



# **UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA**

**ESCUELA DE POST-GRADO**

**Relación de las variables meteorológicas con los episodios de infecciones respiratorias agudas (IRAS), neumonía, y muerte por neumonía en niños menores de cinco años, región Puno, 2009-2012**

## **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Para optar el Título de Especialista en Epidemiología de Campo

**AUTOR**

**Luis Alberto Ríos Torres**

LIMA – PERÚ  
2014

**Dedicatoria:**

A mis padres por su apoyo y comprensión en mi  
realización personal y profesional

**Agradecimiento:**

A la Dirección General de Epidemiología (DGE) del  
Ministerio de Salud (MINSA) y al Servicio Nacional de Meteorología  
e Hidrología (SENAMHI) del Perú.

## ÍNDICE

<b>Lista de Tablas .....</b>	<b>III</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>IV</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>V</b>
<b>Abstract....</b>	<b>VI</b>
<b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Situación problemática .....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación .....	4
1.3.1 Justificación legal .....	4
1.3.2 Justificación teórico científica.....	4
1.3.3 Justificación práctica .....	5
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general .....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
2.1 Antecedentes .....	6
2.1 Bases teóricas .....	12
2.1.1 Factores de riesgo ambientales.....	12
2.1.2 Factores de riesgo sociodemográficos .....	13
2.1.3 Factores de riesgo nutricionales .....	14
2.1.3 Factores del comportamiento de los padres .....	15
2.1 Marco referencial .....	15
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA .....</b>	<b>18</b>
3.1 Tipo de estudio.....	18
3.2 Diseño de investigación.....	18
3.3 Población y muestra de estudio.....	18
3.4 Criterios de selección .....	18
3.5 Unidad de análisis .....	19
3.6 Variables de estudio .....	19

3.7 Método de trabajo.....	19
3.8 Procesamiento y análisis de estudio .....	20
3.9 Consideraciones éticas.....	20
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>21</b>
4.1 Descripción de las variables climatológicas .....	21
4.2 Descripción de las variables de morbilidad .....	24
4.3 Correlación entre variables meteorológicas y morbilidad .....	30
4.4.1 Región natural Puna .....	32
4.4.2 Región natural Suni .....	34
4.4.3 Región natural <3 500 msnm .....	35
4.4 Análisis multivariado.....	36
4.4.1 Región natural Puna .....	36
4.4.2 Región natural Suni .....	38
4.4.3 Región natural <3 500 msnm .....	41
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>51</b>
1. Definición de términos .....	52
2. Estaciones meteorológicas y altitud, utilizadas en el estudio. Región Puno, 2009-2012 .....	54
3. Diagrama de dispersión entre las variables de morbilidad (episodios de IRAs y neumonía) y climatológicas, piso altitudinal Puna. Puno 2009-2012. ....	55
4. Diagrama de dispersión entre las variables de morbilidad (episodios de IRAs y neumonía) y climatológicas, piso altitudinal Suni. Puno 2009-2012.....	56
5. Diagrama de dispersión entre las variables de morbilidad (episodios de IRA) y climatológicas, piso altitudinal menor 3 500 msnm. Puno 2009-2012.....	57
6. Matriz de correlaciones entre las variables climatológicas, según piso altitudinal. Puno 2009-2012.....	58
7. Pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) de las variables meteorológicas y de morbilidad-mortalidad, según piso altitudinal. Puno 2009-2012.....	59

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1. Episodios y defunciones por neumonía. Puno, 2009-2012 .....</b>	<b>2</b>
<b>Tabla 2. Promedio anual y valores máximos y mínimos de las variables meteorológicas. Puno, 2009-2012 .....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 3. Correlación entre variables de morbilidad y meteorológicas. Piso altitudinal Puna. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 4. Correlación entre variables de morbilidad y meteorológicas, según año. Región natural Puna. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 5. Correlación entre variables de morbilidad y meteorológicas. Piso altitudinal Suni. Puno, 2009-2012 .....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 6. Correlación entre variables de morbilidad y meteorológicas, según año. Piso altitudinal Suni. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 7. Correlación entre variables de morbilidad y meteorológicas. Piso altitudinal&lt; 3500 msnm. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 8. Correlación entre variables de morbilidad y meteorológicas, según año. Piso altitudinal&lt; 3500 msnm. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 9. Análisis de variables explicativas para episodios de IRAs, Piso altitudinal Puna. Puno, 2009-2012 .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 10. Análisis de variables explicativas para episodios de neumonía, Piso altitudinal Puna. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 11. Análisis de variables explicativas para episodios de IRAs, Piso altitudinal Suni. Puno, 2009-2012 .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 12. Análisis de variables explicativas para episodios de neumonía, Piso altitudinal Suni. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 13. Análisis de variables explicativas para defunciones de neumonía, Piso altitudinal Suni. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 14. Análisis de variables explicativas para episodios de SOB-Asma, Región natural Suni. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>40</b>

<b>Tabla 15. Análisis de variables explicativas para episodios de IRAs, Piso altitudinal &lt; 3 500 msnm. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 16. Análisis de variables explicativas para episodios de neumonía, Piso altitudinal&lt; 3500 msnm. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>42</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1. Distribución temporal de la temperatura ambiental media semanal. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 2. Distribución temporal de la precipitación pluvial (media semanal). Puno, 2009-2012.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 3. Distribución temporal de la humedad relativa (media semanal). Puno, 2009-2012.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 4. Distribución anual del número de episodios y TIA de IRAs (izquierda), y SOB Asma (derecha). Puno, 2009-2012.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 5. Distribución anual del número de episodios, TIA de neumonía (izquierda) y número de defunciones y TL por neumonía (derecha). Puno, 2009-2012.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 6. Distribución temporal del número de episodios de IRAs, según piso altitudinal. Puno, 2009- 2012.....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 7. Distribución temporal de la TIA semanal de IRAs, según piso altitudinal. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 8. Distribución temporal del número de episodios de neumonía, según piso altitudinal. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 9. Distribución temporal de la TIA semanal de neumonía, según piso altitudinal. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 10. Distribución temporal del número de defunciones por neumonía, según piso altitudinal. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 11. Distribución temporal de la TL por neumonía, según piso altitudinal. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 12. Distribución temporal del número de episodios de SOB Asma, según piso altitudinal. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 13. Distribución temporal de la TIA semanal de SOB Asma, según piso altitudinal. Puno, 2009-2012.....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 14. Distribución temporal del número de episodios de IRAs. Región Puno, 2009-2012.....</b>	<b>30</b>



<b>Figura 15. Distribución temporal del número de defunciones por neumonía. Región Puno, 2009-2012.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 16. Distribución temporal de la TL semanal por neumonía. Región Puno, 2009-2012.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 17. Distribución temporal del número de defunciones (izquierda) y TL semanal por neumonía (derecha) en menores de 5 años. Región Puno, 2009-2012.....</b>	<b>32</b>

## RESUMEN

---

**Introducción:** La neumonía y las infecciones respiratorias agudas (IRAs) son una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en niños. En el Perú, el 60% de los episodios de neumonía se dan en niños menores de 5 años. El departamento de Puno notifica el 4.4% del total de episodios de neumonía, y tiene la más alta tasa de letalidad (4.2 muertes/100 episodios neumonía en menores de 5 años) a nivel nacional. Esta región se ubica al Sur del Perú, presenta diversos pisos altitudinales y un clima frío acompañado de sequías durante los meses de mayo a agosto (época de friaje). La mayoría de sus habitantes viven entre los 3500 a 4000 msnm (piso altitudinal “Suní”), y sobre los 4000 a 4800 msnm (piso altitudinal “Puna”). El objetivo del estudio fue establecer la relación entre la temperatura ambiental ( $T_a$ ), humedad relativa ( $H_r$ ) y precipitación, con la tasa de episodios de neumonía, IRAs y tasa de letalidad por neumonía en menores de 5 años, residentes en los pisos altitudinales “Suní” y “Puna” de la región Puno, durante el periodo 2009-2012. **Métodos:** Estudio observacional ecológico. Se emplearon los datos de morbilidad de la Dirección General de Epidemiología (DGE), y meteorológicos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Se calcularon las tasas de incidencia y letalidad por semana epidemiológica (SE) para cada piso altitudinal (Suní y Puna). El análisis se hizo mediante el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) y regresión lineal múltiple, la unidad de análisis fue la semana epidemiológica (SE). **Resultados:** En promedio anualmente para el periodo de estudio, el 81% (94506 episodios) de IRAs, 81% (1348) de neumonías y el 86% (67) de muertes por neumonía ocurren en el piso altitudinal “Suní”, mientras que en “Puna” sólo se da el 15% (14527) de IRAs, 8.6% (116) de neumonías y el 11.2% (8) de defunciones. Sin embargo el promedio de la tasa de incidencia anual de IRAs ( $TIA \times 10000$  episodios) y la tasa de letalidad anual ( $TL \times 100$  episodios de neumonía) es mayor en “Puna” ( $TIA: 9399.0$  y  $TL: 6.5$  respectivamente) que en “Suní” ( $TIA: 7453.0$  y  $TL: 4.9$ ), excepto la  $TIA$  de neumonía que es mayor en “Suní” ( $106.3 \times 10000$  niños) en comparación con “Puna” ( $TIA: 75.2$ ). En el análisis multivariado, la temperatura ambiental ( $\beta_{IRAs}: -11.48$  y  $\beta_{Neumonía}: -0.52$ ) y humedad relativa ( $\beta_{IRAs}: -2.61$  y  $\beta_{Neumonía}: -0.04$ ) son predictores para la ocurrencia de episodios de IRAs y neumonías en el piso altitudinal “Suní” ( $r^2_{IRAs} = 0.547$  y  $r^2_{Neumonía} = 0.424$ ). De igual manera en el piso altitudinal “Puna” la temperatura ambiental ( $\beta = -14.31$  y  $-0.41$ ) y humedad relativa ( $\beta = -3.48$  y  $-0.07$ ) son variables predictoras para la ocurrencia de episodios de IRAs y neumonías ( $r^2_{IRAs} = 0.246$  y  $r^2_{Neumonía} = 0.219$ ). La relación entre la tasa de letalidad por neumonía en niños menores de 5 años y las variables meteorológicas no es significativa, en los pisos altitudinales estudiados. **Conclusiones:** El 54.7% de la ocurrencia de episodios IRAs y el 42.4% de neumonías en el piso altitudinal “Suní” serían explicados por los cambios en la temperatura ambiental y humedad relativa. Mientras que estas mismas variables explicarían el 24.6% de los episodios de IRAs y 21.9% de neumonías en el piso altitudinal “Puna”. **Recomendaciones:** Implementar medidas preventivas destinadas a evitar o disminuir los episodios de IRAs y muerte por neumonía, causados por las variaciones climatológicas, mediante la emisión de alertas meteorológicas, la provisión de implementos que ayuden a modificar la exposición a los periodos de friaje y sequía en poblaciones vulnerables, así como la educación a los padres de familia y la capacitación al personal de salud en temas de atención sanitaria eficaz para evitar la letalidad por estas enfermedades en la región.

Palabras clave: Neumonía, infección respiratoria aguda, efectos del clima.

## ABSTRACT

---

**Introduction.** Pneumonia and acute respiratory infections (ARI) are a major cause of morbidity and mortality in children. In Peru, 60 % of episodes of pneumonia occur in children under 5 years. The department of Puno reported 4.4 % of all episodes of pneumonia, and has the highest fatality rate (4.2 episodes deaths/100 pneumonia in children under 5 years) nationwide. This region is located in southern Peru, presents various altitude levels and cold weather accompanied by drought during the months of May to August (rainy cold spell). Most people live between 3500-4000 m (altitudinal floor "Suní"), and about 4000-4800 m (altitudinal floor "Puna"). The aim of the study was to establish the relationship between ambient temperature ( $T_a$ ), relative humidity (RH) and precipitation, with the rate of episodes of pneumonia, IRAs and fatality rate for pneumonia in children under 5 years living in the altitudinal "Suní" and "Puna" region of Puno, during the period 2009-2012. **Methods.** An ecological observational study. Morbidity data from the General Directorate of Epidemiology (DGE) were used, and the National Meteorological Service of Meteorology and Hydrology (SENAMHI). Rates of incidence and mortality by epidemiological week (EW) for each altitude level (Suní and Puna) were calculated. The analysis was done using the Pearson correlation coefficient ( $r$ ) and multiple linear regressions; the unit of analysis was the epidemiological week (EW). **Results.** On average each year for the study period, 81% (94506 episodes) of IRAs, 81 % (1348) of pneumonia and 86% (67) of pneumonia deaths occur in the altitudinal floor "Suní" while in "Puna" occurs only 15% (14527) of ARI, 8.6 % (116) of pneumonia and 11.2 % (8) of deaths. However, the average annual incidence rate of ARI (TIA x 10000 episodes) annual fatality rate (TL x 100 episodes of pneumonia) is higher in "Puna" (TIA: 9399.0 and TL: 6.5 respectively) than in "Suní" (TIA: 7453.0 and TL: 4.9), except that the TIA pneumonia is higher in "Suní" (106.3 x 10,000 children) compared with "Puna" (TIA: 75.2). Multivariate analysis, temperature environmental ( $\beta_{ARI} = -11.48$  and  $\beta_{pneumonia} = -0.52$ ) and relative humidity ( $\beta_{IRAs} = -2.61$  and  $\beta_{pneumonia} = -0.04$ ) are predictors for the occurrence of episodes of ARI and pneumonia in the altitudinal floor "Suní" ( $r^2_{ARI} = 0.547$  and  $r^2_{pneumonia} = 0.424$ ). Similarly in the altitudinal floor "Puna" room temperature ( $\beta = -14.31$  and  $-0.41$ ) and relative humidity ( $\beta = -3.48$  and  $-0.07$ ) are predictors for the occurrence of episodes of ARI and pneumonia ( $r^2_{ARI} = 0.246$  and  $r^2_{pneumonia} = 0.219$ ). The relationship between the fatality rate for pneumonia in children fewer than 5 and meteorological variables is not significant in the studied altitudinal. **Conclusions.** 54.7 % of the occurrence of ARI episodes and 42.4 % of pneumonias in the altitudinal floor "Suní" would be explained by changes in ambient temperature and relative humidity. While these variables explain 24.6% of the episodes of IRAs and 21.9% of pneumonias in the altitudinal floor "Puna". **Recommendations.** Implement preventive measures to avoid or reduce episodes of IRAs and death from pneumonia, caused by climatic changes, by issuing weather alerts, providing tools to help alter exposure periods and drought freeze vulnerable populations, and education to parents and health staff training on issues of effective health care to prevent lethality from these diseases in the region.

**Keywords:** pneumonia, acute respiratory infection, effects of weather.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

---

### 1. Situación Problemática

La neumonía y las infecciones respiratorias agudas (IRAs), son una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en niños menores de cinco años y es la principal causa de muerte infantil en el mundo <sup>(1)</sup>. La muerte por neumonía se da mayormente en las regiones de pobreza y alta mortalidad infantil. Las muertes estimadas por esta enfermedad en niños menores de cinco años, durante el 2008, fueron de 1.18 millones (95% IC: 0.77 millones – 1.80 millones), que representa el 23.27% (95% IC: 17.15% -32.75%), de todas las muertes en niños menores de cinco años <sup>(2)</sup>. Se ha estimado, que la incidencia en el grupo de menores de 5 años, es de 0.29 episodios por niño y año en los países en vías de desarrollo, y de 0.05 episodios por niño y año en los países desarrollados. Ello se traduce en unos 156 millones de episodios nuevos cada año en todo el mundo, de los cuales, 151 millones se registran en el mundo en vías de desarrollo <sup>(3)</sup>.

En el Perú, durante el año 2012, se notificaron un total de 2 794 552 episodios de infecciones respiratorias agudas (IRAs), con una tasa de incidencia acumulada (TIA) de 9 558.3 episodios de IRAs por 10 000 niños menores de cinco años. Se notificaron 30 857 episodios de neumonía en menores de cinco años (TIA: 105.5 episodios/10 000 menores de cinco años), que representan el 60% del total de casos de neumonías en población general. Del total de casos de neumonía en niños, a nivel nacional, 9 regiones notificaron el 72% de ellas: Lima (8 141/26,4%), Loreto (3 261/10,6%), Piura (2 109/6,8%), Huánuco (1 798/5,8%), Arequipa (1 669/5,4%), Puno (1 346/4,4%), Cusco (1 375/4,5%), Cajamarca (1 196/3,9%) y Ucayali (1 331/4%). Los casos de neumonía grave hospitalizados en menores de 5 años fueron 9 688. Así mismo, en el Perú se ha reportado 367 defunciones por neumonía en menores de 5 años <sup>(4)</sup>.

Del total de defunciones por neumonía en niños menores de 5 años, el 82.5 % lo notificaron las regiones de: Loreto (68), Puno (57), Junín (33), Lima (26), Huánuco (25), Cusco (26), Ucayali (18), Arequipa (12), Cajamarca (14) y La Libertad (12) <sup>(4)</sup>. La tasa de letalidad (TL) a nivel nacional es de 1.2 muertes por cada

100 episodios de neumonía y las tasas de letalidad más altas corresponden a las regiones de Puno (4.2), Tacna (2.9), Junín (3.8), Huancavelica (2.5), Ayacucho (2.5), Loreto (2.1) y Cusco (1.9). Las demás regiones tienen TL menores o iguales a 1 por cada 100 episodios de neumonía <sup>(4)</sup>.

La Región Puno, presenta una de las más altas tasas de incidencia de neumonía en menores de 5 años ( $TIA = 89.7 \times 10000 \text{ hab} < 5 \text{ años}$ ), y la más alta tasa de letalidad del país ( $TL = 4.2 \times 100 \text{ casos de neumonía}$ ), con 57 fallecimientos, de los cuales 49 fueron considerados defunciones extra-hospitalarias y 08 intra-hospitalarias. En la provincia San Román ocurrió el mayor número de decesos, 25 fallecimientos por neumonía (distrito de Juliaca 24 y Caracoto 01), en segundo lugar la Provincia Azángaro con 7 fallecimientos (Azángaro:4; Arapa, Mudani y San José con un caso respectivamente), en tercer lugar la provincia de Carabaya con 6 fallecimientos (Ayapata:2 Ituata, Coraní, San Gabán y Macusani con un caso respectivamente), Puno 03 casos (Puno 2 y un caso en Coata) la provincia Huancané con 2 decesos (distrito de Taraco) y las provincias de El Collao, Chucuito, Lampa, Melgar y Yunguyo con 1 fallecimiento respectivamente <sup>(4)</sup>.

Desafortunadamente, en la región Puno, este problema, se repite cada año, aunque durante los dos últimos años la tasa de letalidad por neumonía en niños ha disminuido ligeramente (ver tabla 1).

**Tabla 1.** Episodios y defunciones por neumonía. Puno. 2009-2012

Año	Episodios de neumonía	Número de defunciones	Letalidad*
2008	1 534	91	5.9
2009	1 664	91	5.5
2010	1 763	111	6.3
2011	1 372	58	4.2
2012	1 346	57	4.2

\* Tasa x 100 episodios de neumonía

Fuente : Dirección General de Epidemiología – MINSA

## 2. Planteamiento del problema

La relación de las variables meteorológicas, especialmente la temperatura, con la salud es conocida desde hace tiempo, siendo frecuente relacionar ciertas patologías

con las distintas estaciones del año, sobre todo la estación invernal que se asocia a un incremento de infecciones respiratorias y neumonía, de hecho los cambios meteorológicos periódicos marcan el comportamiento de muchas enfermedades, la región Puno debido a sus características climatológicas, como bajas temperaturas - “Friaje”, así como las precipitaciones pluviales (enero-marzo y octubre-diciembre) y altitudinales, podrían determinar el comportamiento estacional de las afecciones respiratorias, siendo la población pobre, pobre extrema y los límites de vida, los más vulnerables de padecer estas injurias.

Diversos estudios demostraron que los casos de IRAs, neumonía y las defunciones por neumonía en niños menores de cinco años, tienen una causalidad multifactorial, considerándose las condiciones climatológicas (temperatura ambiental, humedad relativa y la precipitación pluvial) un factor importante asociado a estas enfermedades. Las variables meteorológicas para el caso de la región Puno, así como el resto del país, marcarían un comportamiento temporal/estacional de los casos de IRAs, neumonía y muerte por neumonía en los niños, incrementándose los episodios por estas enfermedades durante los meses de invierno y otoño. Esta hipótesis aún no se comprueba científicamente para la región en estudio, ya que no existen investigaciones previas que corroboren dicha afirmación. Pese al problema de alta incidencia de casos de IRAs, neumonía y muerte por neumonía en niños menores de cinco años, aún no se han realizado investigaciones para conocer los factores asociados a estas enfermedades, menos aún se ha estudiado la relación de las variables meteorológicas con los casos de neumonía, IRAs y las defunciones por neumonía en niños, a pesar que se cuenta con bases de datos desde el año 1994, producto del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de IRAs como parte de las funciones y competencias de la Dirección General de Epidemiología (Ministerio de Salud), tanto a nivel nacional, regional y local. Tampoco contamos con estudios que determinen la verdadera magnitud de las defunciones por neumonía en niños, debido al gran subregistro de mortalidad estimado para el país, es probable que las defunciones por neumonía, sea mucho mayor en la región. Mucho menos se ha publicado investigaciones operativas, que evalúen la capacidad de respuesta de los servicios de salud de la región ante este problema de salud pública. La situación epidemiológica precedente nos lleva formular el siguiente problema:

¿Qué relación existe entre las variables meteorológicas o climatológicas como la temperatura ambiental, precipitación pluvial y humedad relativa, con los episodios de IRAs, episodios de neumonía, y muerte por neumonía, en niños menores de cinco años de la región Puno, en el periodo 2009 - 2012?

### **3. Justificación**

#### **3.1 Justificación legal**

- Prioridad nacional de investigación en salud para la región Puno 2010-2014. RM N° 220-2010/MINSA.
- Objetivos estratégicos 2012-2016 del Ministerio de Salud 2012: “Disminuir y controlar las enfermedades transmisibles, con énfasis en la población de pobreza y pobreza extrema”.
- Objetivo del Milenio para el Desarrollo. Meta 04: Reducir la mortalidad infantil en dos tercios para el año 2015.

#### **3.2 Justificación teórico científico**

- La alta tasa de incidencia de casos de neumonía, episodios de IRAs y la alta tasa de letalidad por neumonía en niños menores de 5 años de Puno, conlleva a realizar investigaciones que permitan conocer los factores involucrados en este problema; más aún cuando estas injurias se repiten año a año, pese al esfuerzo del sector salud y del estado en su conjunto por controlar y evitar estos problemas sanitarios.
- Hay pocos estudios publicados de este tipo en el Perú, a nivel regional no existen publicaciones que aborden el tema sobre la alta incidencia de neumonía, IRAs y defunción por neumonía en niños menores de 5 años en Puno, así como investigaciones que analicen el rol y la influencia de las variables climatológicas, de contaminación atmosférica, y los factores de riesgo asociados a estos problemas de salud pública.
- Los determinantes de la salud no son entes estáticos, sino que están sujetos a cambio, debido a la modificación de las condiciones de vida, clima, temporalidad,

intervenciones sanitarias, etc. Por lo que es de suma importancia estudiarlos, conocerlos y elaborar estrategias que contribuyan a modificar los factores de riesgo asociados a estos problemas, en un ámbito local.

### **3.3 Justificación práctica**

- Intervenciones especiales también podrían ponerse en marcha justo antes de, o poco después del inicio de las estaciones frías no sólo para prevenir la neumonía, sino también para otras causas de mortalidad infantil. Programas de divulgación y las actividades de detección de casos por trabajadores durante los periodos de frío puede aumentar la temprana detección de casos y tratamiento.

## **4. Objetivos**

### **4.1 Objetivo general**

- Determinar la relación que existe entre las variables meteorológicas como la temperatura ambiental, humedad relativa y la precipitación pluvial, con los episodios de neumonía, IRAs y defunciones por neumonía en niños menores de 5 años de la región Puno, en el periodo 2009-2012.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Describir las características epidemiológicas de los episodios de neumonía, IRAs y defunciones por neumonía en niños menores de 5 años de la región Puno, durante el periodo 2009-2012.
- Describir la distribución temporal del número de episodios de neumonía, IRAs y muerte por neumonía en niños de la región Puno, durante el periodo 2009-2012.
- Describir la distribución temporal de las variables meteorológicas: temperatura ambiental, humedad relativa y precipitación pluvial en la región Puno, durante el periodo 2009-2012.



## Capítulo II: MARCO TEÓRICO

---

### 2.1 Antecedentes

Existen escasos trabajos a nivel nacional, que hayan investigado los episodios de neumonía e IRAs y su relación con el clima, o con otros factores asociados, al padecimiento de estas enfermedades. En la región Puno, no se han publicado trabajos referentes al tema.

- Un estudio realizado en Puno, fue hecho por **Carrasco J. 2009**. Donde menciona que los determinantes asociados a neumonía identificados mediante un diseño cualitativo son: *“la falta de liderazgo y coordinación de los trabajadores de salud en la atención de los pacientes con neumonía, las demoras en la atención y en los pagos por los servicios de salud, la influencia de la suegra quien decide qué hacer con los niños con neumonía, los padres que automedican a los niños, el que los niños permanecen solos en casa hasta altas horas de la noche y una demora en acudir al hospital; los trabajadores de salud reconocen que la atención en los servicios de salud es limitada y no es de calidad”*<sup>(5)</sup>.

En el contexto nacional se han publicado escasos trabajos sobre este tema, no se ha estudiado la relación, de estas variables con la mortalidad por neumonía en población general, otras investigaciones han estudiado los factores asociados a casos de neumonía y muerte por neumonía en niños, sobre todo en Lima.

- En la ciudad del Callao **Aguinaga M, et al. 2001**. Demostraron la asociación entre las variables climatológicas como la temperatura ambiental (Ta) y humedad relativa (Hr) con los casos de IRAs, neumonía y SOB-ASMA en niños menores de 5 años. Mediante un estudio observacional analítico transversal, se encontró una correlación negativa débil entre la Ta y los casos de neumonía ( $r=-0.30$ ;  $p=0.029$ ), una correlación negativa moderada entre Ta y los casos de SOB-ASMA ( $r=-0.614$ ;  $p<0.001$ ) y una correlación negativa fuerte entre Ta y los casos de infecciones de vías superiores y bronquitis ( $r=-0.818$ ;  $p<0.001$ ). No se encontró correlación entre HR y los

casos de Neumonía ( $r=0.067$ ;  $p=0.640$ ), ni entre HR y los casos de SOB-ASMA ( $r=0.188$ ;  $p=0.180$ ) encontrándose una correlación negativa débil entre HR y los casos de infección de vías superiores y bronquitis ( $r=-0.44$ ;  $p=0.001$ ). En el análisis bivariado se encontró que los cambios en la Ta explicarían el 64.8% de los casos totales de IRA ( $r^2=64.8\%$ ,  $p<0.001$ ). En el análisis multivariado se observó que los cambios en la Ta y en la HR explicarían el 65.03% de los casos de IRA (casos IRA= $6476.02 - 327.08*Ta + 26.73*HR$ ;  $r^2=65.03\%$ ;  $p<0.001$ ), observándose relación negativa con la Ta y positiva con la HR <sup>(6)</sup>.

- **Pozo V y Palacín J. 2010.** Realizaron un estudio transversal de corte retrospectivo en el Asentamiento Humano Quebrada del Paraíso en el distrito de Villa María del Triunfo, con el objetivo de determinar la asociación de los factores de riesgo a las IRAs en niños menores de 13 años. Los factores de riesgo asociados por su alta frecuencia fueron: La estación invernal 100%, el hacinamiento 76.3% (RR:1.54; IC: 95%), lactancia materna ineficaz 47.0% (RR. 1.13; IC: 95%), ingreso económico menor que salario mínimo vital 41.2% (RR. 0.71; IC: 95%), vacunación incompleta 29.4% (RR:1.20; IC: 95%), educación de las madres 23.6% (RR:0.65; IC: 95%), y hábitos de fumar en la vivienda 23.5% (RR: 0.65; IC: 95%) <sup>(7)</sup>.

En Latinoamérica y a nivel mundial se han realizado diversos estudios sobre la relación que existe entre el clima y los casos de IRAs, casos de neumonía y de manera general la relación de las variables meteorológicas y de contaminación atmosférica con la mortalidad general:

- El estudio titulado “*Los efectos de la variación de la temperatura ambiental sobre las hospitalizaciones en verano, por infecciones respiratorias en el estado de Nueva York*” realizado por **Shao L, et al. 2012.** Encontraron que el rango de temperatura máxima y mínima se asoció con un 0.27 a 0.38% más de riesgo de ingreso hospitalario. La temperatura mínima se asoció con un riesgo de 0.93% mayor de morbilidad respiratoria. Concluyendo que la variación de la temperatura diaria y de varios días puede aumentar las

hospitalizaciones respiratorias, con un riesgo más grande asociado a la temperatura mínima <sup>(8)</sup>.

- En el Norte de Ghana **Azongo D, et al. 2010**. Analizaron la mortalidad diaria y los datos meteorológicos de 1995 al 2010, mediante un enfoque de series de tiempo de regresión de Poisson para examinar la asociación a corto plazo de la temperatura media diaria y la precipitación media diaria con la mortalidad; encontrando una asociación estadísticamente significativa de la temperatura media diaria con la mortalidad en los días 0-1 de retraso. También se observó una asociación estadísticamente significativa de la temperatura media diaria superior a 75 por ciento en 2-6 días de retraso y los días de retraso 7-13. Un aumento de 10 mm de precipitación se asoció significativamente con un 1.71% (95% CI: 0.10%-3.34%) de incremento en la mortalidad para todas las edades y grupos sexuales en los días de retraso 2-6 <sup>(9)</sup>.
- En un estudio hecho en Nairobi - Kenia, **Ye Y, et al. 2010**. Emplearon un modelo de regresión de Poisson para determinar la relación de la mortalidad por neumonía en niños, con la estacionalidad; evidenciando una asociación significativa entre la estación y la mortalidad por neumonía, con una mayor mortalidad observada durante los meses fríos (RR: 2.1 IC 95%: 1.1-3.9) y menor mortalidad durante los meses cálidos <sup>(10)</sup>.
- Otro estudio realizado en Nairobi – Kenia, por **Egondi T, et al. 2008**. Mediante un análisis de serie temporal y patrones de mortalidad, demostraron que la mortalidad entre las personas mayores de 50 años y los niños menores de 5 años fueron más susceptibles al frío, en comparación de otros grupos de edad. Además las temperaturas bajas se asociaron con las muertes por infecciones agudas, mientras que la precipitación se asoció con neumonía. Concluyendo que el aumento de la mortalidad se asoció con un clima caliente y frío <sup>(11)</sup>.
- En República Checa, una investigación hecha por **Kysely J, et al 2008**. Encontró una asociación entre las olas de frío y el exceso de mortalidad

cardiovascular media en todos los grupos de edad, y tanto en hombres como mujeres. Los resultados mostraron que el estrés por frío, tiene un impacto considerable sobre la mortalidad en el Centro de Europa, lo que representa una amenaza para la salud pública de una importancia similar a las olas de calor<sup>(12)</sup>.

- Un estudio realizado en la ciudad de México, empleando un diseño ecológico autoregresivo de series temporales, realizado por **Reyna M, et al. 1996**. Para determinar la asociación de los contaminantes atmosféricos (O<sub>3</sub> y CO) y la temperatura ambiental, con los casos de neumonía, IRA y asma, demostraron que: para el caso de las neumonías, en la temporada de frío, hubo un aumento del 4.33% (IC 90%: 4.33-23.18) en los nuevos casos por semana, para incrementos de 0.01 ppm en el O<sub>3</sub>; mientras que la temporada de calor presentó un incremento de casi el doble 8.49% (IC 90%: 1.72-40.00) en los casos nuevos por semana, para los mismos incrementos en el O<sub>3</sub>. Para las IRA, los nuevos casos por semana aumentarían en un 5.4% (IC 90%: 4.06-17.91) en la temporada de frío si el O<sub>3</sub> se incrementara en 0.01 ppm. Los aumentos de los nuevos casos por semana del 8.22% (IC 90%: 6.30-27.71) en la temporada de calor se mantendrían muy similares a los niveles de los nuevos casos de las neumonías, si el incremento en el O<sub>3</sub> fuera el mismo<sup>(13)</sup>.
- Otro estudio realizado en Brasil **Abrantes L, et al. 1993**. Evaluaron la importancia y la correlación de las variables meteorológicas (Temperatura ambiental y humedad relativa) y atmosféricas (material particulado, dióxido de azufre y monóxido de carbono) sobre la incidencia de enfermedades respiratorias en niños menores de 5 años; encontrando una influencia leve pero significativa de la temperatura mínima (correlación inversa) y concentración de materia particulada (que explica el 32% de ocurrencias en conjunción con un mínimo de temperatura)<sup>(14)</sup>.
- En un estudio multivariante de series de tiempo, realizado en la ciudad de Valencia – España, **Ballester F, et al. 1993**. Demostraron una asociación significativa entre la temperatura ambiental y la mortalidad general. El efecto sobre la mortalidad de las bajas temperaturas se nota con mayor

magnitud en las personas de más edad y en los grupos de causas por enfermedades respiratorias y del aparato circulatorio. Por su lado, las temperaturas altas presentan mayor asociación con las defunciones por causas respiratorias e igualmente en las personas de mayor edad. También se encontró una relación significativa entre la contaminación atmosférica y la mortalidad, esta relación es mucho más clara con las partículas en suspensión que con el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), como promedio un incremento de 10 µg/m<sup>3</sup> en los niveles de las partículas en suspensión, se asoció a un incremento del 0.8% en la mortalidad diaria <sup>(15)</sup>.

- En EEUU un estudio de series temporales, sobre la estacionalidad de la enfermedad neumocócica invasiva, realizado por **Dowel S, et al. 2003**. Encontraron una correlación altamente significativa (coeficientes de correlación de Pearson todos <-0.5; p<0,0001) para la enfermedad neumocócica y la temperatura, con lapsos de tiempo que va de 0 a 8 semanas (mayor  $r$  -0.82 con un retraso de 1 semana). Las correlaciones fueron también altamente significativa ( $r$  todo >0.7; p<0,0001) para los minutos de la oscuridad y la enfermedad neumocócica (la más alta  $r$  0.85 con un intervalo de 5 semanas). La temperatura y el fotoperiodo están altamente correlacionados entre sí ( $r$  -0.95; p <0.0001). Las precipitaciones no se correlaciona bien con la enfermedad neumocócica ( $r$  todo < 0.3; con la mejor correlación de 0.29 con un intervalo 0-semana). Además el patrón de variación estacional fue algo diferente en niños que en adultos <sup>(16)</sup>.
- En un estudio prospectivo longitudinal realizado por **Herrera-Lara S, et al. 2012**. En pacientes ingresados a un hospital, con neumonía adquirida en la comunidad (NAC), para determinar la influencia del clima y la estación en la etiología de la neumonía; encontraron una mayor incidencia de NAC en invierno. *Streptococcus pneumoniae* fue el agente causal más frecuente en todas las estaciones del año a excepción del verano, en el que fue *Legionella pneumophila*. Observamos una correlación significativa entre la menor temperatura media estacional y la etiología neumocócica y a la inversa cuando el agente causal fue *Legionella pneumophila* <sup>(17)</sup>.

Otros estudios, han demostrado la asociación de diversos determinantes como factores de riesgo, para la manifestación de neumonía, IRAs y defunciones, entre estos se encuentran: los antecedentes del niño, los antecedentes de la madre, las características ambientales, el nivel de educación de los padres, entre otros, están asociados a los episodios de IRA, a los episodios de neumonía y a las defunciones por neumonía en niños, por citar algunos investigadores sobre el tema, mencionamos a:

- **Vejar L, et al. 2000.** Demostraron mediante un estudio caso/control, los factores asociados a muerte por neumonía en niños menores de 5 años, en Santiago de Chile, los factores asociados a muerte por neumonía con mayor significancia estadística fueron las malformaciones congénitas (RR 8.4 IC 2.4-39.6), hospitalización previa del niño (OR 5.8 IC 2.0-17.0), desnutrición (P/E < 1 DS) (OR 30.6 IC 3.9-64.9), el bajo peso al nacer (OR 5.7 IC 1.8-7.5) y madre adolescente (OR 4.3 IC 1.7-11.0) <sup>(18)</sup>.
- En Fortaleza Brasil **Fonseca J, et al. 1999.** Mediante un estudio de casos y controles, para determinar factores asociados a morbilidad por neumonía en niños menores de 5 años, encontraron que las variables del estado nutricional (Peso/talla, Talla/edad), la falta de lactancia materna exclusiva, bajo peso al nacer del niño, la ausencia de la madre y el intervalo intergenésico como los más significativos, asociados a morbilidad por neumonía <sup>(19)</sup>.
- Mediante un estudio prospectivo de caso control en la India, **Savitha M. et al. 2007.** Identificaron como factores de riesgo asociados a infecciones respiratorias agudas (IRA) en niños menores de 5 años, a las condiciones sociodemográficas, analfabetismo de padres, nivel socioeconómico bajo, el hacinamiento e inmunización parcial, (valor de  $p < 0.05$  en todos). Entre los factores de riesgo nutricionales fueron: la administración de los alimentos pre-lácteos a principios del destete, anemia, raquitismo y la desnutrición, (valor de  $p < 0.05$  en todos). Entre los factores ambientales de riesgo fueron: uso de querosene, contaminación por combustible de biomasa y la falta de ventilación ( $p$  valor  $< 0.05$  en todos). En el análisis de regresión logística, la

inmunización parcial, el hacinamiento y la malnutrición se encontraron como factores de riesgo significativos <sup>(20)</sup>.

## 2.2 Bases teóricas

La asociación de los factores de riesgo ambiental, con el aumento de los episodios de IRA, neumonía, SOB Asma y la mortalidad por estas, es un fenómeno bien conocido, que ha sido investigado en muchos países. Las causas de muerte que presentan una mayor asociación con los cambios de temperatura son las enfermedades del aparato circulatorio y las respiratorias <sup>(6,8-16)</sup>. Sin embargo, aunque este patrón estacional se manifiesta en todos los casos, la forma y magnitud de la relación entre mortalidad y temperatura depende de diversos factores, entre los que destacan las características de la población y la zona de estudio.

Las primeras se derivan de la estructura sociodemográfica de la población y las condiciones de la vivienda <sup>(20)</sup>. Es de destacar que pertenecer a algún grupo minoritario, ya sea por motivos de raza o socioculturales, se ha relacionado también con el clima y un mayor riesgo de morir. El tipo de población es otro de los factores asociados, en las zonas rurales las tasas son generalmente más altas <sup>(18,19)</sup>.

### 2.2.1 Factores de Riesgo Ambientales.

Los factores de riesgo ambientales, frecuentemente asociados con las infecciones respiratorias, incluyen: la contaminación atmosférica, la temperatura ambiental, la humedad y el hacinamiento

- a) **Contaminación atmosférica.** Pese a los problemas metodológicos de los estudios ecológicos, la asociación entre la contaminación atmosférica con los casos de IRA y la mortalidad, ha sido ampliamente documentada, sobre todo en ciudades de países industrializados. En estudios de países en desarrollo existe evidencia, que apoya el efecto de las partículas suspendidas de dióxido de sulfuro, mientras que los efectos del dióxido de nitrógeno y del ozono son todavía debatibles. Otros contaminantes aún no han sido estudiados.

- b) **Clima y humedad.** Se sabe comúnmente que el frío puede acarrear infecciones respiratorias, de hecho, las muertes por neumonía aumentan considerablemente durante los meses de invierno, sin embargo, no es claro que las alzas observadas en invierno en las enfermedades respiratorias sean causadas directamente por las bajas temperaturas. Es posible por otra parte, que factores ligados al clima frío, tales como el hacinamiento o la contaminación doméstica por residuos orgánicos, sean a la larga responsables por la mayor morbilidad y mortalidad respiratorias durante los meses de invierno.
- c) **Exposición ambiental al humo del tabaco.** El humo del cigarrillo contiene cantidades medibles de monóxido de carbono, amoníaco, nicotina, cianuro de hidrógeno, así como diferentes partículas y cierto número de carcinógenos. Las concentraciones de la mayoría de estos productos son más altas en las corrientes laterales del humo que en la corriente principal. La prevalencia de fumadores está aumentando en países menos desarrollados, particularmente en áreas urbanas. En la mayoría de estos países, un tercio de las mujeres y de un tercio a la mitad de los hombres son fumadores. La asociación entre el humo ambiental del tabaco frecuentemente en referencia a los fumadores pasivos y las enfermedades respiratorias en la niñez, ha sido claramente establecida por un gran número de estudios.

**2.2.2 Factores de riesgo sociodemográficos.** Respecto a las variables sociodemográficas, las más importantes son:

- d) **La edad.** Aunque la incidencia general de las IRA incluidas las neumonías, es mayor durante los primeros cinco años de vida, la mortalidad se concentra en la infancia, cerca de la mitad de las muertes debido a enfermedades respiratorias entre los niños menores de 5 años ocurre en los primeros seis meses. Este dato tiene grandes implicaciones para las campañas preventivas ya que muestra la necesidad de centrar la atención en los niños más pequeños. Los factores responsables de la concentración tan temprana de muertes, incluyen inmadurez inmunológica, bajo peso al nacer, nacimiento prematuro y el destete temprano.



- e) **El sexo.** En un número considerable de estudios realizados en la comunidad, los varones parecen ser más afectados por las IRAs bajas que las mujeres. En estudios basados en datos de clínicas sin embargo, no puede descartarse la posibilidad de sesgo en el sexo al buscar asistencia.
- f) **Ingreso familiar.** La primera indicación de que las IRAs y neumonía están asociadas a factores socioeconómicos, es la diferencia amplia entre países. Aunque los niños menores de 5 años de todo el mundo presentan aproximadamente el mismo número de episodios de IRA, cerca de cinco por niño por año, la incidencia anual de neumonía va de 0,29 episodios por niño y año en las áreas desarrolladas y de 0,05 episodios por niño y año en países en desarrollo. Las muertes por neumonía primaria infantil han sido virtualmente erradicadas en los países desarrollados.

### 2.2.3 Factores de riesgo nutricionales.

- g) **Bajo peso al nacer (BPN).** Es un determinante bien conocido en la mortalidad general para infantes y niños menores de 5 años. Los infantes pretérmino se encuentran en mayor riesgo de muerte que los infantes de peso normal al nacer, aunque durante el segundo, el tercer y el cuarto año de vida, podría darse lo contrario. Varios estudios han demostrado la asociación de riesgo existente, de los niños con BPN para padecer cuadros respiratorios graves y con desenlace fatal.
- h) **Desnutrición.** La desnutrición energético-proteica resulta de una inadecuada ingesta o utilización de calorías o proteínas en la dieta, o de enfermedades infecciosas en la niñez tales como diarrea y neumonía. En los estudios epidemiológicos, la desnutrición se evalúa habitualmente con medidas antropométricas. Existe evidencia abrumadora de que los niños severamente desnutridos presentan una respuesta inmunológica deficiente, particularmente a nivel celular, y consecuentemente tienen infecciones más graves que los niños con un estado nutricional adecuado. Los estudios de varios países muestran asociación entre la desnutrición y las IRAs/neumonía.

Aunque la mayoría de los estudios midió el peso de los niños después que la enfermedad tuvo efecto, por lo cual puede atribuirse a la enfermedad, ello no explica la magnitud de los sesgos relativos observados.

#### **2.2.4 Factores del comportamiento de los padres y oferta a servicios de salud.**

Las diferencias descritas en la morbilidad y mortalidad por neumonía, IRAs y defunciones por neumonía a nivel nacional, están estrechamente asociadas a una mayor frecuencia de factores para padecer neumonía y neumonía grave relacionados a comportamientos de riesgo por parte de los padres y la falta de oferta y acceso a los servicios de salud, como la falta de inmunización, especialmente contra el sarampión, neumococos, influenza y la tos ferina, adicionalmente, la falta de acceso a la atención de los servicios de salud y algunas pautas culturales de la población referidas a la atención del niño pequeño, hacen que muchos niños con IRAs no reciban atención domiciliaria o que no sean llevados a un establecimiento de salud. La falta de acceso de grandes sectores de la población de los países en desarrollo se debe a la ausencia de servicios o personal de salud, a las dificultades geográficas para llegar a estos servicios, a los horarios limitados de atención o a la falta de medicamentos para el tratamiento de la neumonía durante todo o parte del tiempo. Dado que la consulta a un servicio de salud debe ser decidida por los padres, los conocimientos y actitudes de éstos acerca de las IRAs y la neumonía son determinantes para decidir el momento oportuno de acudir en busca de atención sanitaria.

### **2.3 Marco referencial**

La Región Puno se encuentra ubicada en la parte Sureste del Perú, entre los 13°00'00" y 17°17'30" de latitud Sur y los 71°06'57" y 68°48'46" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich, tiene una superficie de 71 999 Km<sup>2</sup> y políticamente está dividido en 13 provincias y 109 distritos; limita por el Norte con la región de Madre de Dios, por el Este con la República de Bolivia, por el Oeste con las regiones de Moquegua, Arequipa y Cusco, y por el Sur con la región Tacna.

El territorio puneño, comprende 46 886.36 Km<sup>2</sup> de sierra (61.0%) y 23 101.86 Km<sup>2</sup> de zona de selva (32.1%), 14.5 Km<sup>2</sup> de superficie insular (0.02%) y 4 996.28 Km<sup>2</sup> (2.9%) que corresponden a la parte peruana del lago Titicaca. La cordillera Carabaya y volcánica cruzan esta región de Este a Oeste formando un gran anillo que sierra el nudo de Vilcanota, en medio de este anillo se extiende la meseta del Collao, extensa planicie cuyo centro está ocupado por el lago Titicaca. En el área andina el clima es frío y seco, con temperaturas entre 3 a 15°C (otoño e invierno) a húmedo templado (primavera – verano) en las orillas del Lago, en la zona de selva el clima es templado a cálido y abundantes precipitaciones pluviales, con temperaturas que van desde los 20 a 23 °C. Debido a la gran diversidad climática, así como ecológicas y altitudinales, la región comprende varios pisos altitudinales o regiones naturales:

**1. Piso Altitudinal Puna** Comprende los territorios ubicado por encima de los 4 000 a 4 800 msnm, donde predomina un clima frío y seco, los cultivos son mínimos y la crianza de ganado es mayormente de camélidos. Sólo 35 distritos se encuentran en esta área.

**2. Piso Altitudinal Suni** Comprende los territorios que se ubican entre los 3 500 a 4 000 msnm, predomina un clima frío y seco, hay mayor diversidad de cultivos y la crianza de ganado es en su mayoría el vacuno y ovino. 57 distritos se encuentran en esta área.

**3. Pisos Altitudinales ubicadas por debajo de 3 500 msnm** Los distritos restantes se ubican en estas áreas, pertenecen en su mayoría a las provincias de Carabaya y Sandia. Comprende la zona de selva de Puno (región natural selva alta y selva baja), el clima es templado-cálido y lluvioso.

Por otro lado, la oferta de los servicios de salud (MINSA) en la región lo constituyen 2 hospitales categoría II-2, los cuales son hospitales de referencia de la zona Norte y Sur de la región, el hospital “Carlos Monge Medrano” de Juliaca y el hospital “Manuel Núñez Butrón” de Puno respectivamente, 9 hospitales con categoría II-1, se encuentran en la capital de provincia de las Redes de Salud y corresponden a las provincias: Huancané, Ayaviri, Azángaro, Juli, Ilave, Yunguyo, Sandia, Macusani, Lampa. Los Centros de Salud categoría I-3 son 50 que

corresponden al 11.36% y con categoría I-4 son 42 (9.55%), los Puestos de Salud con categoría I-1 son 219 (49.71%) y 118 establecimientos de salud I-2 (26.82%). El número de establecimientos que están en el régimen CLAS están distribuidos en todas las REDES, siendo en mayor porcentaje en la Red de Salud Collao. El número de ambulancias no es suficiente para asegurar la demanda de los servicios y realizar las referencias a los establecimientos de mayor complejidad <sup>(21)</sup>.

## Capítulo III: METODOLOGÍA

---

### 3.1 Tipo de estudio

Observacional analítico

### 3.2 Diseño de investigación

Estudio ecológico multivariante (Modelo de regresión lineal, y coeficiente de correlación de Pearson).

### 3.3 Población y muestra de estudio

Fueron incluidos en el estudio todos los episodios de IRAs, neumonía, SOB Asma y muerte por neumonía, en niños menores de cinco años de la región Puno, notificados al Sistema de Vigilancia Epidemiológica de la Dirección General de Epidemiología del Ministerio de Salud, durante los años 2009 al 2012. Los datos de las variables de morbilidad y meteorológicas, fueron agrupados tomando en cuenta los pisos altitudinales o regiones naturales presentes en Puno (Puna, Suni y las áreas ubicadas por debajo de los 3 500 msnm).

### 3.4 Criterios de selección

- Criterios de inclusión
  - ✓ Todos los episodios de neumonía, episodios de IRAs y defunciones por neumonía, en niños menores de cinco años, notificados al Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SVE) de la Dirección General de Epidemiología, por semana epidemiológica durante los años 2009 al 2012, residentes de la región Puno.
- Criterios de exclusión
  - ✓ Defunciones por neumonía, en niños menores de cinco años notificados por la Dirección Regional de Salud (DIRESA) Puno al Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SVE), que no hayan residido en la región Puno.

### 3.5 Unidad de análisis

La unidad de análisis de este estudio es la semana epidemiológica (SE), analizando las variables de morbilidad: episodios de neumonía, episodios de IRAs y episodios de SOB Asma. Mortalidad: defunciones por neumonía. Y las variables meteorológicas: temperatura del aire, humedad relativa y precipitación pluvial; separado para cada piso altitudinal que presenta la región.

### 3.6 Variables de estudio

#### 3.6.1 Dependientes:

- Número de episodios de neumonía en niños menores de 5 años.
- Número de episodios de IRAs en niños menores de 5 años.
- Número de defunciones por neumonía en niños menores de 5 años.
- Número de episodios de SOB Asma en niños menores de 2 años.

#### 3.6.2 Independiente:

- Temperatura ambiental media semanal en grados Celsius (°C)
- Humedad relativa media semanal (%)
- Precipitación pluvial media semanal (mm)

### 3.7 Método de trabajo

El presente estudio se ejecutó con datos de fuentes secundarias, se usó las bases de datos de las siguientes instituciones:

- Dirección General de Epidemiología (DGE). Se analizaron los episodios de neumonía, IRAs, SOB Asma y defunciones por neumonía en niños menores de 5 años, registrados en el Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Infecciones Respiratorias Agudas de la región Puno, durante los años 2009 al 2012.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Para el caso de las variables climatológicas (Temperatura ambiental, humedad relativa y precipitación pluvial), se utilizaron bases de datos de las estaciones

meteorológicas e hidrológicas de la región Puno, durante los años 2009 al 2012 (ver anexo 2).

### **3.8 Procesamiento y análisis de datos**

#### **Control de calidad:**

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de control de calidad previo, para determinar incongruencias, valores perdidos y datos atípicos.

#### **Análisis descriptivo:**

- Análisis de distribución temporal de la TIA semanal y del número de episodios de neumonía, IRAs, SOB Asma y muerte por neumonía, según región natural (Puna, Suni y > 3500 msnm)
- Análisis de la distribución temporal de las variables meteorológicas, por región geográfica natural o piso altitudinal.

#### **Análisis de datos bivariado**

- Determinación de los coeficientes de correlación (coeficiente de Pearson).

#### **Análisis de datos multivariado:**

- Regresión lineal múltiple

**Herramientas informáticas:** Se empleó el software estadístico: SPSS v. 18, y el programa Excel 2010.

### **3.9 Consideraciones éticas**

Los resultados descritos en este estudio, fueron obtenidos empleando datos de fuentes secundarias, los cuales fueron cedidos formalmente, y con la autorización respectiva, por la Dirección General de Epidemiología y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, por lo que, no se consideró necesario someterlos a un juicio de valor ético ante un Comité de Ética. Finalmente el autor declara no tener ningún conflicto de interés, en la realización del estudio.

---

## Capítulo IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

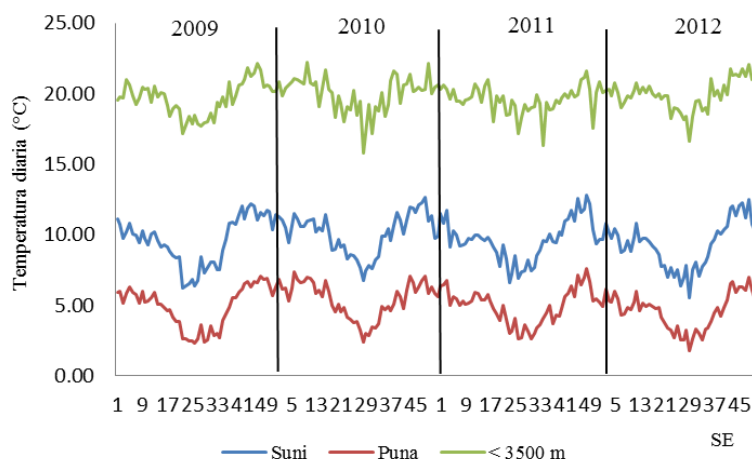
La región Puno, presenta un clima muy variado, debido a los diferentes pisos altitudinales con los que cuenta, por lo que la distribución de los episodios de IRAs y demás siguen un patrón diferente en cada una de estas áreas naturales. Para comprender mejor la relación que existe entre las variables de morbilidad y las meteorológicas, es necesario tomar en cuenta estas características de variedad geográfica y altitudinal de la región. Considerando la clasificación de Manuel Pulgar Vidal, la región Puno presenta varias regiones naturales, para el presente estudio, estas fueron agrupadas en:

- Región natural o piso altitudinal Puna (4000 a 4800 msnm)
- región Suni o piso altitudinal (comprendida entre los 3500 a 4000 msnm)
- y las regiones o pisos ubicados por debajo de los 3500 msnm.

### 4.1 Análisis descriptivo de las variables climatológicas

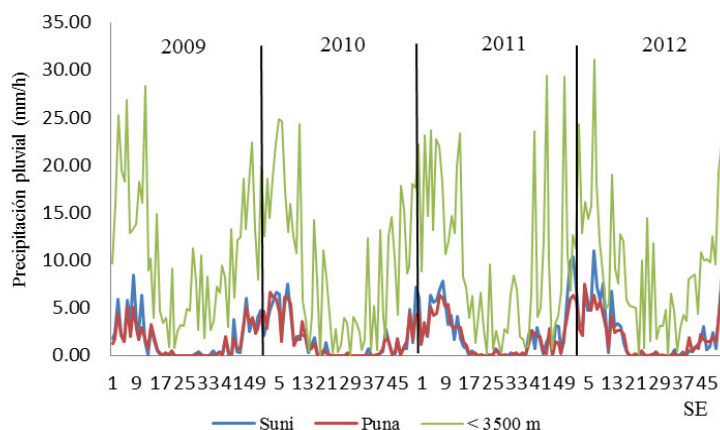
**a. Temperatura.** La figura 1 representa la serie de variación temporal de la temperatura ambiental media semanal en las tres regiones naturales establecidas en el estudio, de los años 2009 al 2012. Las temperaturas más altas se registran lógicamente en las áreas geográficas que están por debajo de los 3 500 msnm. en esta parte del departamento de Puno, el promedio de temperatura media semanal es de 19.6°C, con rangos que oscilan entre los 16.3°C a 22.2°C para los 4 años estudiados. En la región natural Suni el promedio global de temperatura media semanal fue de 9.4°C con un rango de variación entre 5.5°C a 12.8°C. La región natural Puna registra las temperaturas más bajas, de hecho el promedio de temperatura media semanal fue de 4.9 °C en el año 2009 y 2011 respectivamente, con un rango entre 2.3°C a 7.6 °C. En las tres áreas naturales en estudio, se observa un descenso de la temperatura ambiental a partir de la SE 15 a la 35, este evento se repite cada año, es la época del llamado friaje en la región y que comprende los meses de mayo a agosto (ver fig. 1).





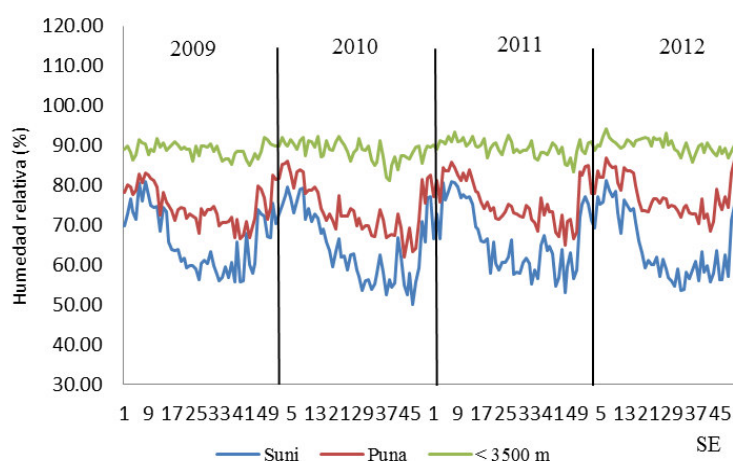
**Figura 1.** Distribución temporal de la temperatura ambiental media semanal. Puno, 2009-2012. Fuente: SENAMHI

**b. Precipitación pluvial.** La figura 2 representa la serie temporal de la variación de la precipitación pluvial media semanal en milímetros (mm), de las tres regiones naturales establecidas, periodo 2009 al 2012. La precipitación más alta se registró en las áreas comprendidas por debajo de los 3 500 msnm. en esta parte de Puno el promedio semanal más alto de precipitación fue de 10.6 mm en el año 2009, y los rangos oscilan entre 0.0 mm a 31.1 mm durante los 4 años de estudio. En la región natural Suni, el promedio semanal más alto de lluvia fue de 2.3 mm el año 2012, con un rango de precipitación entre 0.0 mm a 10.8 mm. La región Puna presenta un patrón de precipitaciones, similar a la región Suni, el promedio semanal de precipitación fue de 2.0 mm el año, con un rango entre 0.0 mm a 2.8 mm. Se observa al igual que la temperatura ambiental, similar patrón de distribución anual registrándose un descenso de las lluvias a partir de la SE 13 - 15 hasta la 35, este evento es similar en las tres áreas naturales de estudio. Durante estas semanas hay una sequía en los pisos Puna y Suni (ver Fig. 2).



**Figura 2.** Distribución temporal de la precipitación pluvial (media semanal). Puno, 2009-2012. Fuente: SENAMHI

**c. Humedad relativa.** La figura 3 representa la serie temporal de la variación de la humedad relativa (%) media semanal, en las tres regiones naturales, periodo 2009 al 2012. Los valores de humedad más altos se registran en las áreas por debajo de los 3 500 msnm. en esta parte de Puno el promedio más alto fue de 90.1%, los rangos de humedad oscilan entre 81.2% a 94.1% durante el periodo estudiado. En la región natural Suni se registraron los valores más bajos de humedad comparado con los otras dos pisos, el promedio semanal más alto fue de 66.1% en el año 2011, con un rango entre 51.1% a 81.1%. La región natural Puna, presenta valores de humedad un poco más altos a la región Suni, el promedio semanal más alto fue 77.8% el 2012, con un rango entre 62.1% a 82.8%. Se observa al igual que  $T_a$  y la precipitación, un descenso de la humedad relativa a partir de la SE 15 hasta la 40, este evento se observa sólo en las regiones naturales Suni y Puna, cada año se repite el mismo patrón. En las áreas comprendidas por debajo de los 3 500 msnm. los valores de humedad se mantienen prácticamente constantes durante todo el año (ver Fig. 3).



**Figura 3.** Distribución temporal de la humedad relativa (media semanal).  
Puno, 2009-2012. Fuente SENAMHI

La tabla 2 resume el promedio anual y los valores mínimo y máximo de las variables: temperatura ambiental media semanal (°C), precipitación pluvial media semanal (mm) y humedad relativa media semanal (%) de las 3 áreas naturales estudiadas en la región Puno, periodo 2009 al 2012.

**Tabla 2.** Promedio anual y valores máximos y mínimos de las variables meteorológicas, Puno, 2009-2012.

Región natural	Variables climatológicas*	Año							
		2009		2010		2011		2012	
Puna	Temperatura	4.9	(2.3 - 7.0)	5.4	(2.4 - 7.4)	4.9	(2.6 - 7.6)	4.6	(1.7 - 6.9)
	Precipitación	1.5	(0.0 - 5.2)	1.6	(0.0 - 6.6)	1.8	(0.0 - 6.3)	2.0	(0.0 - 8.2)
	Humedad	74.7	(66.5 - 83.2)	74.0	(62.1 - 86.0)	75.8	(65.1 - 85.8)	77.8	(68.5 - 86.8)
Suni	Temperatura	9.6	(6.2 - 12.2)	10.1	(6.8 - 12.6)	9.6	(6.6 - 12.8)	9.4	(5.5 - 12.5)
	Precipitación	1.7	(0.0 - 8.5)	1.7	(0.0 - 7.5)	2.2	(0.0 - 10.3)	2.3	(0.0 - 10.9)
	Humedad	65.9	(55.8 - 80.8)	64.5	(50.1 - 79.6)	66.1	(53.1 - 72.7)	65.2	(53.7 - 81.1)
< 3500 msnm.	Temperatura	19.7	(17.2 - 22.1)	20.0	(15.8 - 22.2)	19.6	(16.3 - 21.6)	19.9	(16.6 - 22.0)
	Precipitación	10.6	(0.8 - 28.4)	9.4	(0.0 - 24.9)	9.5	(0.1 - 29.4)	9.6	(0.1 - 31.1)
	Humedad	89.3	(84.9 - 92.0)	88.7	(81.2 - 92.3)	89.4	(83.2 - 93.3)	90.1	(85.8 - 94.1)

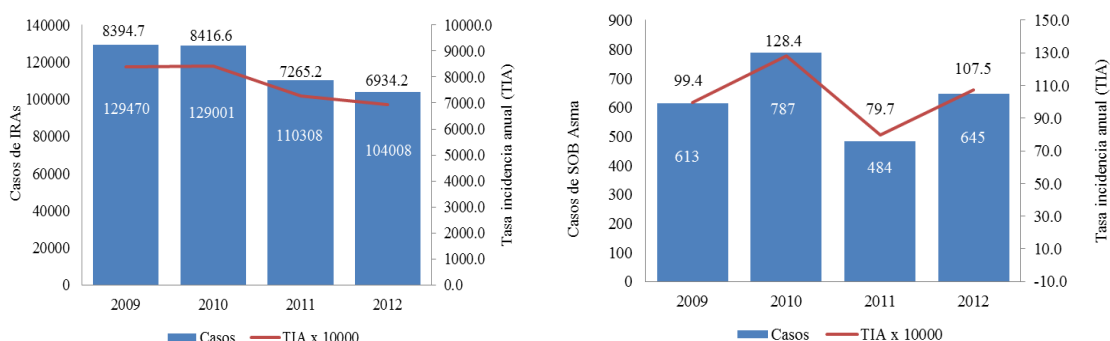
\* Temperatura media semanal (°C), precipitación pluvial (mm), humedad relativa (%)

Fuente: SENAMHI

## 4.2 Análisis descriptivo de las variables de morbilidad

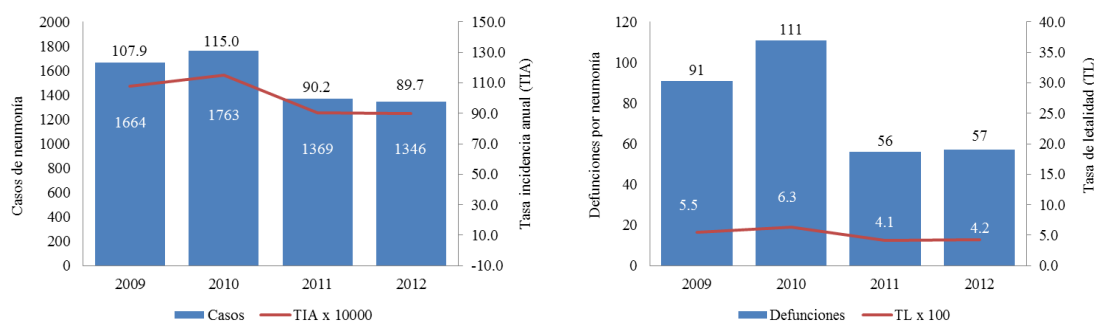
Durante el periodo de estudio, en la región Puno se notificaron: 472 787 episodios de IRA, 6 142 episodios de neumonía, 315 defunciones por neumonía en

niños menores de 5 años y 2 529 episodios de SOB Asma en menores de 2 años. Con respecto a las tasas de incidencia acumulada anual (TIA x 10000 niños < 5 años) se evidencia un descenso en la TIA de las IRAs, la TIA más baja fue el 2012 (6 934.2 x 10000 niños). No se observa esta misma tendencia en la TIA de SOB Asma, donde el 2011 hubo un descenso notable pero en el 2012 nuevamente se incrementó (TIA SOB Asma: 79.7 y 107.5 x 10000 niños < 2 años, durante el 2011 y 2012 respectivamente) (ver Fig. 4).



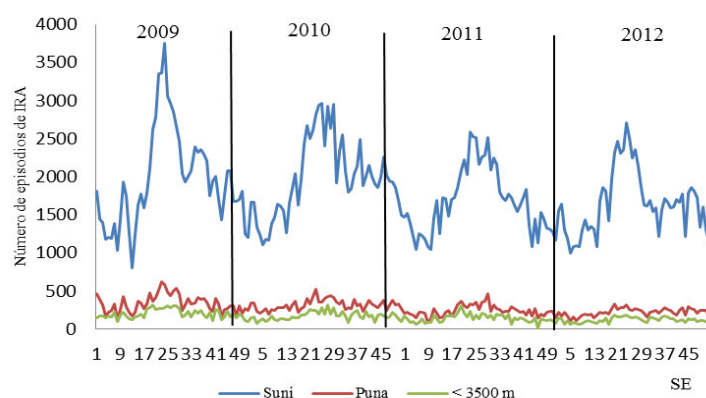
**Figura 4.** Distribución anual del número de episodios y TIA de IRAs (izquierda), y SOB Asma (derecha). Puno, 2009-2012. Fuente. DGE

Los episodios de neumonía y las defunciones por neumonía en niños menores de 5 años, evidencian un descenso, la TIA de neumonía más alta fue en el 2010 (TIA: 115.0 episodios/10000 menores de 5 años), la tasa más baja fue la del 2012 (TIA: 89.7 episodios/10000 niños < 5 años). La tasa de letalidad por neumonía en niños se redujo notoriamente a partir del año 2011 y durante el 2012 (TL: 4.1 y 4.2 defunciones/100 episodios de neumonía, respectivamente).

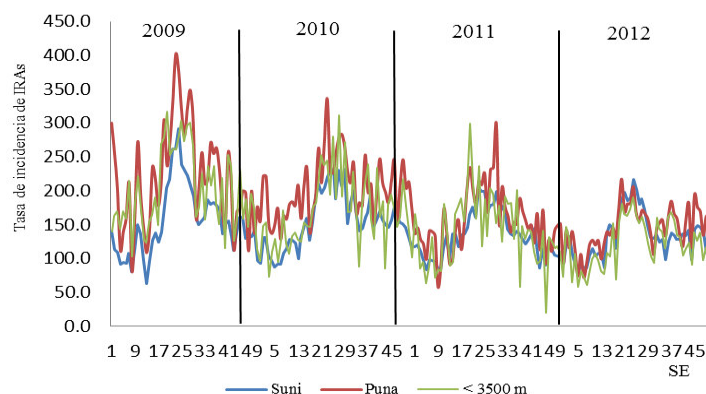


**Figura 5.** Distribución anual del número de episodios, TIA de neumonía (izquierda) y número de defunciones y TL por neumonía (derecha). Puno, 2009-2012. Fuente. DGE

Al analizar la distribución de las variables de morbilidad, tomando en cuenta el piso altitudinal o región natural, se observa una gran diferencia en la distribución temporal del número de episodios de: IRAs y neumonía, entre los tres pisos altitudinales estudiados, esto es lógico ya que entre estas regiones existe una gran diferencia poblacional, siendo más frecuentes los episodios de estas enfermedades en la región que aglutina mayor número de habitantes, para este caso, la región Suni. Sin embargo, esta diferencia se vuelve imperceptible si se analiza la distribución temporal de las tasas de incidencia por semana epidemiológica, la región Puna presenta tasas de incidencia semanal, muy similares a las otras dos regiones del estudio, pese a que es el área con menor cantidad de niños residentes, en comparación a la región Suni y las áreas que se encuentran por debajo de los 3 500 msnm. Al observar la figura de la distribución temporal de las TIA semanal, en los tres pisos altitudinales, observamos que aparentemente el riesgo de padecer un cuadro de IRA es prácticamente el mismo en cualquiera de las tres regiones naturales, independientemente de la magnitud poblacional de la región de residencia.

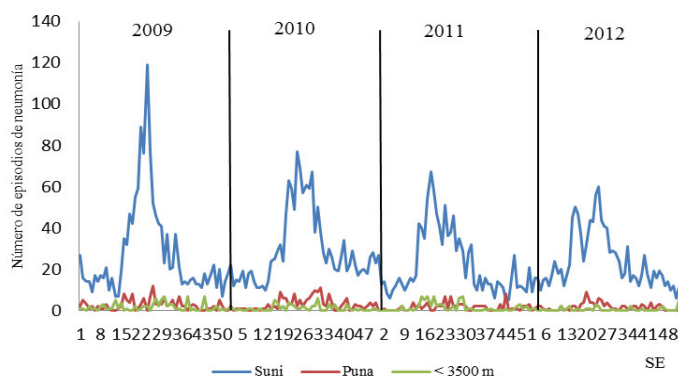


**Figura 6.** Distribución temporal del número de episodios de IRAs, según piso altitudinal. Puno, 2009- 2012. Fuente. DGE

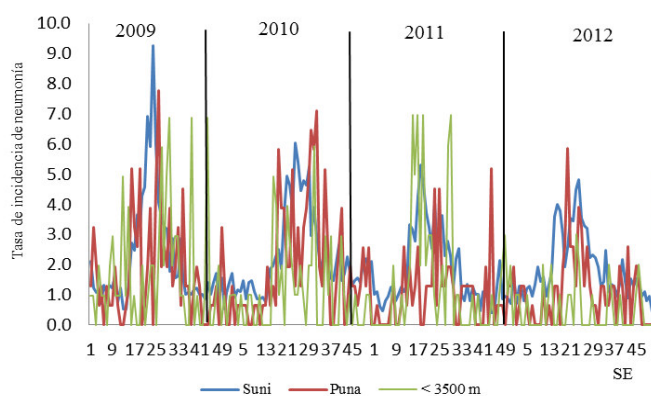


**Figura 7.** Distribución temporal de la TIA semanal de IRAs, según piso altitudinal. Puno, 2009-2012. Fuente. DGE

La distribución temporal del número de episodios de neumonía es muy similar a la distribución de los episodios de IRAs, descrita en el párrafo precedente. El mayor número de episodios se presenta en la región Suni, que es la región de mayor extensión territorial y mayor número de habitantes en Puno. En cambio la distribución temporal de la TIA de neumonía por semana, es prácticamente la misma en los pisos Suni y Puna. Además observamos que existe estacionalidad en la distribución temporal de esta variable, incrementándose los episodios de neumonía y la TIA durante las SE 15 hasta la 35 que corresponde a la época de friaje y sequía.

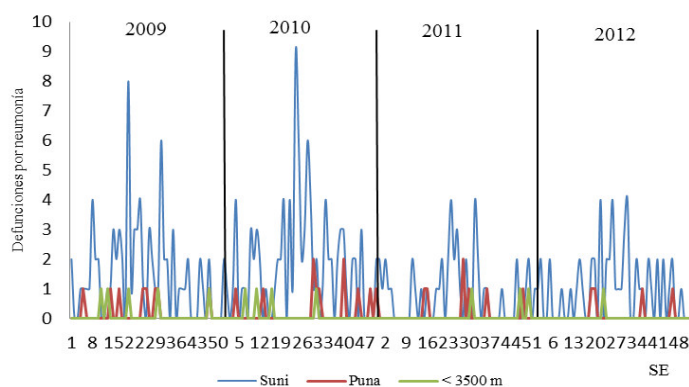


**Figura 8.** Distribución temporal del número de episodios de neumonía, según piso altitudinal. Puno, 2009-2012. Fuente. DGE

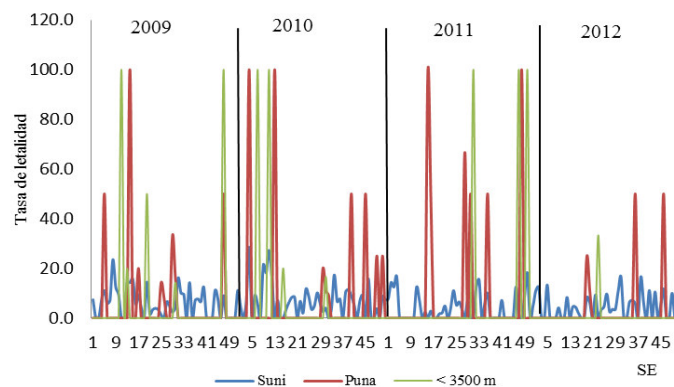


**Figura 9.** Distribución temporal de la TIA semanal de neumonía, según piso altitudinal. Puno, 2009-2012. Fuente DGE

El número de defunciones por neumonía en niños, siguen el mismo patrón de distribución que los episodios de IRA y neumonía, se registraron más casos como era lógico en la región natural Suni, además se observa una marcada estacionalidad en la ocurrencia de las defunciones, ya que el mayor número de estas, ocurrieron en la SE 15 a la 35 que corresponde a los meses de friaje (mayo a agosto). Sin embargo al analizar la distribución temporal de la tasa de letalidad (TL) por SE, se evidencia un patrón distinto al del número defunciones. La TL semanal es casi constante durante todo el año, sobre todo, este patrón se da en la región Suni donde la TL por semana no supera el 28%, en cambio en la región Puna y las regiones ubicadas a menos de 3500 msnm. la TL por neumonía llegó al 100% en varias semanas, independientemente de la época del año.

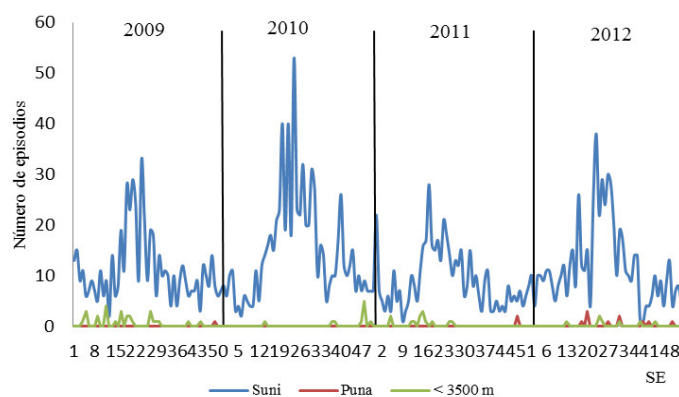


**Figura 10.** Distribución temporal del número de defunciones por neumonía, según piso altitudinal. Puno, 2009-2012. Fuente. DGE



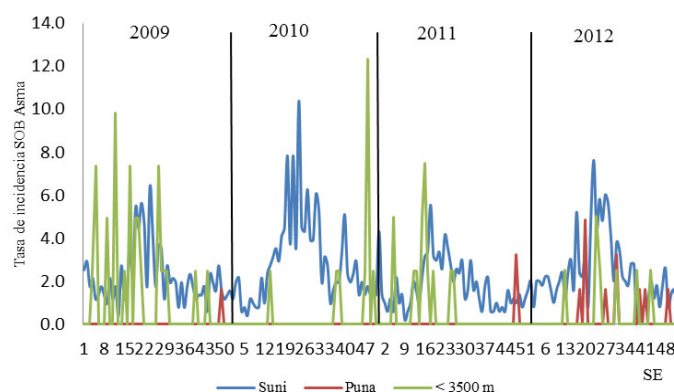
**Figura 11.** Distribución temporal de la TL por neumonía, según piso altitudinal. Puno, 2009-2012. Fuente. DGE

La distribución temporal por SE, del número de episodios y la TIA de SOB Asma en menores de 2 años, sigue el mismo patrón que los episodios de IRA, se observa que existe una marcada estacionalidad durante los meses de friaje y sequía (SE: 15 – 35), llama la atención que prácticamente haya muy pocos casos notificados de SOB Asma en la región Puna y las regiones que se ubican por debajo de los 3 500 msnm.



**Figura 12.** Distribución temporal del número de episodios de SOB Asma, según piso altitudinal. Puno, 2009-2012. Fuente. DGE

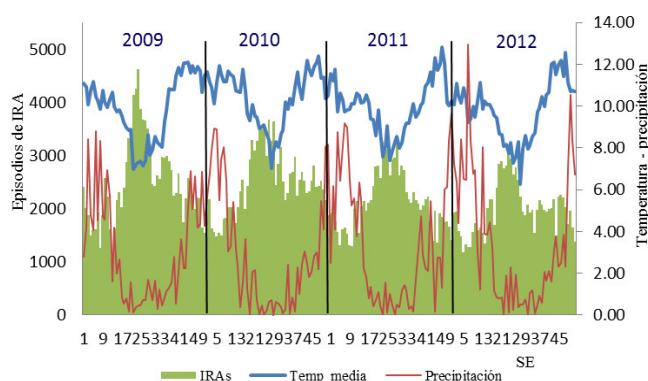




**Figura 13.** Distribución temporal de la TIA semanal de SOB Asma, según piso altitudinal. Puno, 2009-2012. Fuente. DGE

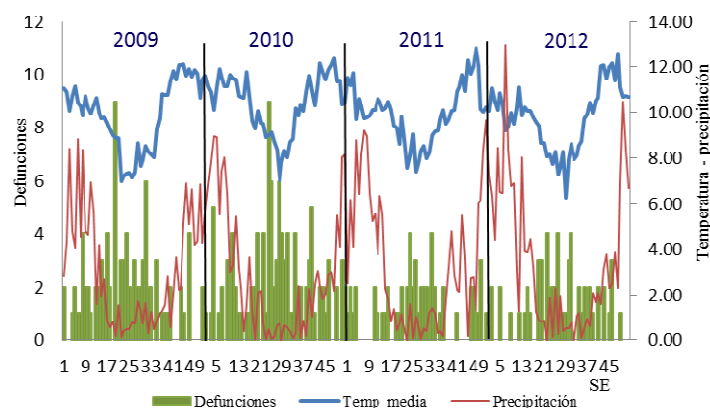
### 4.3 Correlación entre variables meteorológicas y morbilidad

Resulta aparentemente evidente la relación que existe entre las variables de morbilidad y meteorológicas estudiadas, el gráfico de serie temporal de las variables de morbilidad junto con las meteorológicas, evidencia un patrón estacional que se repite cada año, con un aumento de los episodios de IRA, neumonía y SOB Asma, generalmente en la semana 15, cuando la Ta y la precipitación pluvial disminuyen notablemente, este fenómeno coincide con la época de “friaje” que se presenta cada año en la región Puno (mayo a agosto).



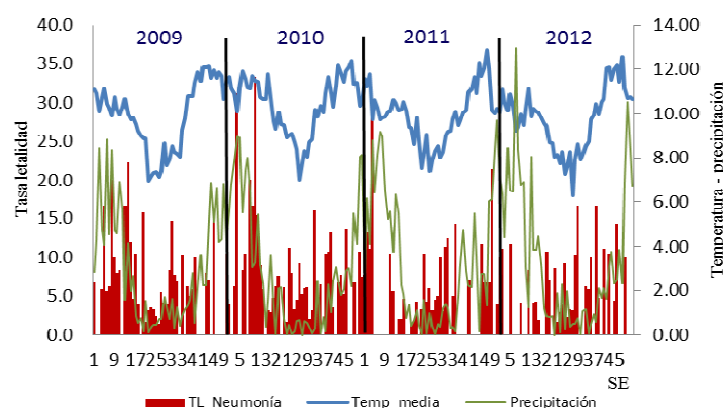
**Figura 14.** Distribución temporal del número de episodios de IRAs. Región Puno, 2009-2012. Fuente. DGE – SENAMHI

El número de defunciones por neumonía en niños menores de 5 años, sigue el mismo patrón estacional que las variables anteriormente estudiadas, coincidiendo con el descenso en la temperatura y las precipitaciones.



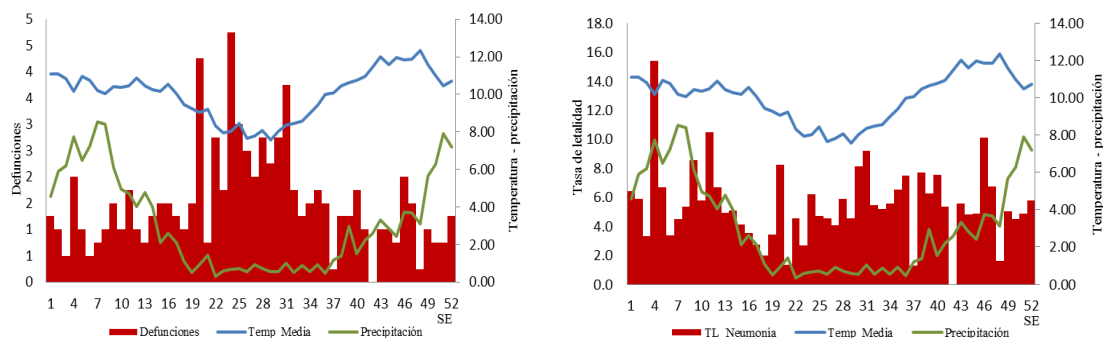
**Figura 15.** Distribución temporal del número de defunciones por neumonía. Región Puno, 2009-2012. Fuente: DGE – SENAMHI

Resulta interesante sin embargo que al calcular las tasas de letalidad semanal por neumonía, la distribución temporal de esta, no siga el mismo patrón estacional que el número de defunciones, aparentemente la tasa de letalidad por neumonía en la región Puno se mantiene constante durante casi todo el año, y no se observa al menos gráficamente una relación con el clima. Es decir que si bien se mueren más niños durante la época de friaje, la tasa de letalidad no se incrementa debido a que el denominador (número de episodios de neumonía) también aumenta, lo que nos indica que el riesgo de morir por neumonía en niños menores de 5 años es prácticamente el mismo durante cualquier época del año, inclusive las mayores TL se han producida en las SE donde aún no disminuyen los valores de Ta y la precipitación, es decir durante el final e inicio de cada año (ver Fig. 16).



**Figura 16.** Distribución temporal de la TL semanal por neumonía. Región Puno, 2009-2012. Fuente: DGE

Si graficamos el promedio semanal del número de defunciones por neumonía y el promedio de las tasas de letalidad, de los años 2009 al 2012, observamos una gran diferencia en la distribución temporal de ambas variables.



**Figura 17.** Distribución temporal del número de defunciones (izquierda) y TL semanal por neumonía (derecha) en menores de 5 años. Región Puno, 2009-2012. Fuente. DGE-SENAMHI

Los resultados del análisis de correlación (coeficiente de Pearson), realizado entre las variables de morbilidad y las variables meteorológicas en cada región natural, se exponen a continuación.

**4.3.1 Piso Altitudinal Puna (> 4000 a 4800 msnm).** Al calcular los coeficientes de correlación de Pearson ( $r$ ), de los valores agrupados para los 4 años de estudio, observamos que existe una correlación estadísticamente significativa, del tipo inversa o negativa, y de intensidad moderada entre los episodios de IRA con precipitación pluvial ( $r=-0.46$ ), y de intensidad débil con  $T_a$  ( $r=-0.38$ ), y  $H_r$  ( $r=-0.38$ ). De la misma manera los episodios de neumonía están correlacionados de manera inversa y de intensidad moderada con  $T_a$  ( $r=-0.40$ ), e intensidad débil con precipitación pluvial ( $r=-0.38$ ) y  $H_r$  ( $r=-0.31$ ). No existe correlación estadísticamente significativa entre: las variables meteorológicas, con los episodios de SOB Asma, y con las defunciones por neumonía en niños residentes en esta región natural.

**Tabla 3.** Correlación entre variables de morbilidad y meteorológicas, piso altitudinal Puna. Puno, 2009-2012

	Temperatura		Precipitación		Humedad relativa	
	r*	p	r*	p	r*	p
IRA	<b>-0.38</b>	0.00	<b>-0.46</b>	0.00	<b>-0.38</b>	0.00
Neumonía	<b>-0.40</b>	0.00	<b>-0.38</b>	0.00	<b>-0.31</b>	0.00
Defunción**	-0.10	0.14	-0.11	0.11	-0.12	0.07
SOB Asma	-0.01	0.94	-0.09	0.20	-0.07	0.34

\* Coeficiente de correlación de Pearson

\*\* Defunción por neumonía en menores de 5 años

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, al analizar por separado los coeficientes de correlación (r) por cada año de estudio, observamos que dichos coeficientes son muy variables (ver tabla 4).

**Tabla 4.** Correlación entre las variables de morbilidad y meteorológicas, según año, región natural Puna. Puno, 2009-2012

Año		Temperatura		Precipitación		Humedad relativa	
		r*	p	r*	p	r*	p
2009	IRA	<b>-0.65</b>	0.00	<b>-0.56</b>	0.00	-0.27	0.05
	Neumonía	<b>-0.40</b>	0.00	<b>-0.38</b>	0.00	<b>-0.31</b>	0.00
	Defunción**	-0.10	0.14	-0.11	0.11	-0.12	0.07
	SOB Asma	-0.01	0.94	-0.09	0.20	-0.07	0.34
2010	IRA	<b>-0.54</b>	0.00	<b>-0.43</b>	0.00	<b>-0.33</b>	0.02
	Neumonía	<b>-0.70</b>	0.00	<b>-0.45</b>	0.00	<b>-0.33</b>	0.02
	Defunción**	-0.20	0.13	0.07	0.63	-0.03	0.86
	SOB Asma						
2011	IRA	<b>-0.61</b>	0.00	<b>-0.57</b>	0.00	<b>-0.35</b>	0.01
	Neumonía	-0.23	0.10	-0.16	0.27	-0.09	0.52
	Defunción**	-0.04	0.76	-0.25	0.08	-0.18	0.19
	SOB Asma	<b>-0.30</b>	0.03	-0.12	0.41	-0.24	0.09
2012	IRA	-0.23	0.11	<b>-0.53</b>	0.00	<b>-0.53</b>	0.00
	Neumonía	<b>-0.33</b>	0.02	<b>-0.46</b>	0.00	<b>-0.38</b>	0.01
	defunción**	0.03	0.84	-0.21	0.14	-0.26	0.07
	SOB Asma	-0.12	0.39	-0.20	0.17	-0.18	0.21

\* Coeficiente de correlación de Pearson

\*\* Defunción por neumonía en menores de 5 años

Fuente: Elaboración propia

Existe una correlación estadísticamente significativa del tipo inversa y moderada entre los episodios de IRA con temperatura ambiental en casi todos los años, excepto en el 2012; este patrón se da igualmente con precipitación pluvial. La correlación entre episodios de IRA con humedad relativa es significativa, inversa y

moderada a partir del 2009. La correlación entre los episodios de neumonía con las variables meteorológicas es inversa y moderada en la mayoría de los años estudiados. No existe correlación estadísticamente significativa entre las defunciones por neumonía y episodios de SOB Asma con las variables meteorológicas. Esta variación puede deberse a múltiples factores como: el comportamiento del clima el cual es particular para cada año, la magnitud de los casos notificados, entre otros.

**4.3.2 Piso altitudinal Suni** (3500 msnm hasta 4000 msnm). En esta área natural, existe una correlación estadísticamente significativa con una intensidad moderada y de tipo inversa entre los episodios de IRA, con precipitación pluvial ( $r=-0.60$ ), Hr ( $r=-0.59$ ) y Ta ( $r=-0.53$ ). Los episodios de neumonía están correlacionados significativamente, con intensidad moderada y del tipo inversa con Ta ( $r=-0.62$ ), y la precipitación ( $r=-0.42$ ), la intensidad se vuelve débil con la Hr ( $r=-0.31$ ) aunque significativa. Las defunciones por neumonía están correlacionadas significativamente, pero con intensidad débil e inversamente con la precipitación ( $r=-0.36$ ), Ta ( $r=0.29$ ) y Hr ( $r=-0.21$ ). Finalmente en esta región los episodios de SOB Asma se correlacionan moderada y negativamente con Ta ( $r=-0.44$ ), precipitación ( $r=-0.42$ ) y débilmente con Hr ( $r=-0.27$ ).

**Tabla 5.** Correlación entre las variables de morbilidad y meteorológicas, Piso altitudinal Suni. Puno, 2009-2012

	Temperatura		Precipitación		Humedad relativa	
	r*	p	r*	p	r*	p
IRA	<b>-0.53</b>	0.00	<b>-0.60</b>	0.00	<b>-0.59</b>	0.00
Neumonía	<b>-0.62</b>	0.00	<b>-0.42</b>	0.00	<b>-0.31</b>	0.00
Defunción**	<b>-0.29</b>	0.00	<b>-0.36</b>	0.00	<b>-0.21</b>	0.00
SOB Asma	<b>-0.44</b>	0.00	<b>-0.42</b>	0.00	<b>-0.27</b>	0.00

\* Coeficiente de correlación de Pearson

\*\* Defunción por neumonía en menores de 5 años

Fuente: Elaboración propia

Al analizar los datos para cada año de estudio, los coeficientes de correlación de Pearson, resultan muy cambiantes, en todos los casos la correlación existente es negativa, los episodios de IRA se correlacionan significativamente todos los años con Ta, precipitación y Hr, aunque esta correlación no es uniforme por cada año ya que varía en intensidad entre fuerte a moderada. La correlación entre episodios de neumonía y Ta resultó significativa durante los 4 años de estudio, con una intensidad

fuerte durante el 2009 y 2010 ( $r=-0.75$  y  $-0.72$  respectivamente), la intensidad resultó moderada los años 2011 y 2012 ( $r=-0.55$  y  $-0.58$  respectivamente). La correlación entre las defunciones por neumonía, solamente resultó significativa, inversa y débil con Ta, para los cuatro años, además con precipitación pluvial y Hr la correlación resultó significativa, inversa y débil sólo para el año 2012. Los episodios de SOB Asma están correlacionados significativa, inversa, de intensidad fuerte y moderada sólo con Ta y precipitación pluvial respectivamente.

**Tabla 6.** Correlación entre las variables de morbilidad y meteorológicas, según año, piso altitudinal Suni. Puno, 2009-2012

Año		Temperatura		Precipitación		Humedad relativa	
		r*	p	r*	p	r*	p
2009	IRA	<b>-0.67</b>	0.00	<b>-0.53</b>	0.00	-0.68	0.00
	Neumonía	<b>-0.75</b>	0.00	<b>-0.45</b>	0.00	<b>-0.41</b>	0.00
	Defunción**	<b>-0.37</b>	0.01	-0.25	0.07	-0.17	0.24
	SOB Asma	<b>-0.47</b>	0.00	<b>-0.30</b>	0.03	-0.23	0.10
2010	IRA	<b>-0.58</b>	0.00	<b>-0.68</b>	0.00	<b>-0.67</b>	0.00
	Neumonía	<b>-0.72</b>	0.00	<b>-0.45</b>	0.00	<b>-0.42</b>	0.00
	Defunción**	<b>-0.41</b>	0.00	-0.24	0.08	-0.21	0.14
	SOB Asma	<b>-0.55</b>	0.00	<b>-0.46</b>	0.00	<b>-0.38</b>	0.01
2011	IRA	<b>-0.68</b>	0.00	<b>-0.68</b>	0.00	<b>-0.56</b>	0.00
	Neumonía	<b>-0.55</b>	0.00	<b>-0.42</b>	0.00	-0.16	0.26
	Defunción**	<b>-0.32</b>	0.02	-0.21	0.14	-0.13	0.35
	SOB Asma	<b>-0.53</b>	0.00	<b>-0.40</b>	0.00	-0.20	0.15
2012	IRA	<b>-0.46</b>	0.00	<b>-0.60</b>	0.00	<b>-0.57</b>	0.00
	Neumonía	<b>-0.58</b>	0.00	<b>-0.43</b>	0.00	-0.21	0.14
	defunción**	<b>-0.30</b>	0.03	<b>-0.39</b>	0.00	<b>-0.32</b>	0.02
	SOB Asma	<b>-0.62</b>	0.00	<b>-0.36</b>	0.01	-0.27	0.05

Coeficiente de correlación de Pearson

\*\* Defunción por neumonía en menores de 5 años

Fuente: Elaboración propia

**4.3.2 Piso altitudinal < 3500 msnm.** En esta región natural, los episodios de IRAs se correlacionan significativamente, inversa e intensidad débil con la Ta, precipitación pluvial y Hr ( $r= -0.35$ ;  $-0.39$  y  $-0.19$  respectivamente). Los episodios de neumonía tienen una correlación significativa, inversa y débil sólo con Ta y precipitación pluvial ( $r= -0.16$  y  $-0.17$  respectivamente). No se evidencia correlación estadísticamente significativa entre las defunciones por neumonía y los episodios de SOB Asma, con las variables meteorológicas estudiadas.

**Tabla 7.** Correlación entre las variables de morbilidad y meteorológicas, Piso altitudinal < 3500 msnm. Puno, 2009-2012

	Temperatura		Precipitación		Humedad relativa	
	r*	p	r*	p	r*	p
IRA	<b>-0.35</b>	0.00	<b>-0.39</b>	0.00	<b>-0.19</b>	0.01
Neumonía	<b>-0.16</b>	0.02	<b>-0.17</b>	0.01	-0.01	0.85
Defunción**	-0.02	0.83	-0.04	0.60	-0.02	0.73
SOB Asma	-0.01	0.92	-0.01	0.91	0.03	0.68

\* Coeficiente de correlación de Pearson

\*\* Defunción por neumonía en menores de 5 años

Fuente: Elaboración propia

Al disgregar los datos por cada año de estudio, observamos que sólo existe correlación significativa, inversa y moderada entre la precipitación pluvial y los episodios de IRAs. Además también hay correlación estadísticamente significativa, de tipo inversa e intensidad moderada sólo para los años 2009 y 2010, entre Ta y los episodios de IRAs.

**Tabla 8.** Correlación entre las variables de morbilidad y meteorológicas, según año, piso altitudinal < 3500 msnm. Puno, 2009-2012

Año		Temperatura		Precipitación		Humedad relativa	
		r*	p	r*	p	r*	p
2009	IRA	<b>0.56</b>	0.00	<b>-0.48</b>	0.00	-0.06	0.67
	Neumonía	-0.24	0.09	-0.22	0.13	0.00	0.98
	Defunción**	0.08	0.57	-0.06	0.67	0.08	0.59
	SOB Asma	-0.13	0.35	0.05	0.72	0.17	0.22
2010	IRA	<b>-0.45</b>	0.00	<b>-0.56</b>	0.00	-0.15	0.30
	Neumonía	<b>-0.30</b>	0.03	-0.25	0.78	0.08	0.57
	Defunción**	0.04	0.77	-0.18	0.90	0.83	0.56
	SOB Asma	0.67	0.64	-0.03	0.85	-0.03	0.86
2011	IRA	-0.26	0.63	<b>-0.47</b>	0.00	-0.02	0.89
	Neumonía	0.05	0.73	-0.22	0.12	-0.02	0.89
	Defunción**	-0.08	0.58	-0.07	0.60	-0.05	0.75
	SOB Asma	-0.32	0.10	-0.07	0.63	0.11	0.43
2012	IRA	-0.24	0.09	<b>-0.47</b>	0.00	-0.05	0.73
	Neumonía	-0.05	0.75	0.01	0.95	0.15	0.28
	Defunción**	-0.23	0.10	0.01	0.96	0.16	0.26
	SOB Asma	-0.07	0.61	-0.10	0.49	0.02	0.92

\* Coeficiente de correlación de Pearson

\*\* Defunción por neumonía en menores de 5 años

Fuente: Elaboración propia

## 4.4 Análisis multivariado (Regresión lineal)

### 4.4.1 Piso altitudinal Puna (> 4000 msnm).

El análisis multivariado de los datos de las variables de morbilidad y meteorológicas, agrupados desde el año 2009 al 2012, para esta región natural, evidencian una relación estadísticamente significativa entre los episodios de IRAs y los episodios de neumonía con las variables meteorológicas, no existe relación significativa entre: defunciones por neumonía y episodios de SOB Asma, con las variables explicativas. Los resultados se detallan a continuación:

**Tabla 9.** Análisis de variables explicativas para episodios de IRAs, piso altitudinal Puna, Puno, 2009-2012

Variables	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados Beta	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95.0 % para B	
	B	Error típ.					
(Constante)	797.671	76.656		10.406	<b>0.00</b>	646.536	948.807
Temperatura	-22.050	4.220	-0.322	-5.225	<b>0.00</b>	-30.370	-13.730
Humedad	-5.409	1.021	-0.326	-5.296	<b>0.00</b>	-7.423	-3.396

$r^2 = 0.246$   $r^2$  corregida = 0.238 Durbin Watson = 0.846 Error típ estimación = 80.0  
ANOVA: F = 33.36 p = 0.00

El modelo presentado en la tabla 9, resulta estadísticamente significativo ( $F = 33.80$ ;  $p < 0.01$ ), los coeficientes estandarizados ( $\beta$ ), tienen una relación inversa y estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ), entre los episodios de IRA y las variables explicativas incluidas en el modelo, la Hr ejerce mayor influencia en la ocurrencia de los episodios de IRA (coeficiente tipificado  $\beta = -0.326$ ) que la Ta (coeficiente tipificado  $\beta = -0.322$ ). El estadístico de Durbin Watson (0.823) resultó fuera de los parámetros ideales (1.5 – 2.5), probablemente debido a que los datos utilizados para el estudio abarcan 4 años, existiendo un problema de no independencia de residuos en los estudios que utilizan datos de series temporales. La variable precipitación fluvial fue excluida del modelo final ya que presenta una correlación significativa fuerte con humedad relativa ( $r=0.803$ ), e intensidad moderada con Ta ( $r=0.437$ ). La ecuación de regresión lineal de variables que explican los episodios de IRA es:

$$\text{IRA} = 13.688 + (-0.110) (\text{Hr}) + (-0.637) (\text{Ta}) + \varepsilon$$

Por lo que el 24.8% de los episodios de IRAs se explicarían por los cambios en la humedad relativa y temperatura ambiental.



**Tabla 10.** Análisis de las variables explicativas para episodios de neumonía, piso altitudinal Puna. Puno, 2009-2012

Variables	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados Beta	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95.0 % para B	
	B	Error típ.					
(Constante)	13.688	2.052		6.670	<b>0.00</b>	9.642	17.733
Temperatura	-0.637	0.11	-0.353	-5.641	<b>0.00</b>	-0.860	-0.414
Humedad	-0.110	0.03	-0.251	-4.011	<b>0.00</b>	-0.164	-0.056

$r^2 = 0.218$   $r^2$  corregida = 0.211 Durbin Watson = 1.604 Error típ estimación = 2.14  
ANOVA: F = 28.639 p = 0.00

El modelo explicativo para los episodios de neumonía (tabla 10), resultó estadísticamente significativo ( $F=28.639$ ;  $p<0.01$ ), los coeficientes estandarizados ( $\beta$ ), tienen una relación inversa y estadísticamente significativa ( $p<0.05$ ), entre los episodios de neumonía y las variables explicativas incluidas en el modelo, la Ta ejerce mayor influencia en la ocurrencia de los episodios de neumonía (coeficiente tipificado  $\beta=-0.353$ ) que Hr (coeficiente tipificado  $\beta =-0.251$ ), a diferencia del modelo explicativo para los episodios de IRA. El estadístico de Durbin Watson (1.604) resultó dentro de los parámetros ideales (1.5–2.5), lo que asegura la independencia de residuos de las variables explicativas para este modelo. La variable precipitación fluvial fue excluida del modelo final por razones ya expuestas en el modelo explicativo de episodios de IRA. La ecuación de regresión lineal de variables que explican los episodios de neumonía es:

$$\text{Neumonía} = 13.688 + (-0.637) (Ta) + (-0.110) (Hr) + \varepsilon$$

Por tanto, el 21.8% de los episodios de neumonía se explicarían por los cambios en la temperatura ambiental y humedad relativa.

#### 4.4.1 Piso altitudinal Suni (3 500 a 4 000 msnm).

El análisis multivariado de los datos de las variables de morbilidad y meteorológicas, agrupados desde el año 2009 al 2012, para esta región natural, muestran una relación estadísticamente significativa entre los episodios de IRA, neumonía, defunción por neumonía y episodios de SOB asma con las variables meteorológicas (Ta y Hr).

**Tabla 11.** Análisis de variables explicativas para episodios de IRAs, piso altitudinal Suni. Puno, 2009-2012

Variables	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados Beta	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95.0 % para B	
	B	Error típ.					
(Constante)	5391.742	236.096		22.837	<b>0.00</b>	4926.254	5857.231
Temperatura	-144.826	16.225	-0.43	-8.926	<b>0.00</b>	-176.815	-112.837
Humedad	-33.252	3.137	-0.51	-10.601	<b>0.00</b>	-39.436	-27.068

$r^2 = 0.533$   $r^2$  corregida = 0.528 Durbin Watson = 0.613 Error típ estimación = 359.68  
ANOVA: F = 116.79 p = 0.00

El modelo es significativo en su conjunto ( $F=116.79$ ;  $p<0.001$ ), al igual que en la región Puna, los coeficientes estandarizados de las variables explicativas tienen una relación significativa y negativa ( $p<0.05$ ). El estadístico de Durbin Watson (0.613) no resultó dentro de los valores ideales (1.5-2.5), lo cual nos sugiere que el supuesto de independencia de residuos en este caso no se cumpliría. La variable Hr fue excluido del modelo ya que está correlacionada fuertemente con Hr ( $r=0.822$ ) y de intensidad débil con Ta ( $r=0.249$ ). La ecuación de regresión para la variable episodios de IRA es:

$$\text{IRA} = 5391.742 + (-144.826) (\text{Ta}) + (-33.252) (\text{Hr}) + \varepsilon$$

El 53.3% de los episodios de IRA se explicarían por los cambios en la temperatura ambiental y humedad relativa.

**Tabla 12.** Análisis de variables explicativas para episodios de neumonía, piso altitudinal Suni. Puno, 2009-2012

Variables	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados Beta	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95.0 % para B	
	B	Error típ.					
(Constante)	118.953	8.936		13.312	<b>0.00</b>	101.335	136.571
Temperatura	-6.579	0.61	-0.579	-10.712	<b>0.00</b>	-7.789	-5.368
Humedad	-0.451	0.12	-0.205	-3.798	<b>0.00</b>	-0.685	-0.217

$r^2 = 0.420$   $r^2$  corregido = 0.415 Durbin Watson = 0.612 Error típ estimación = 13.61  
ANOVA: F = 74.30 p = 0.00

**Tabla 13.** Análisis de variables explicativas para defunciones por neumonía, piso altitudinal Suni. Puno, 2009-2012

Variables	Coefficientes no estandarizados B	Error típ.	Coefficientes tipificados Beta	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95.0 % para B	
(Constante)	5.641	.927		6.089	<b>0.00</b>	3.815	7.468
Temperatura	-0.251	0.06	-0.263	-3.935	<b>0.00</b>	-0.376	-0.125
Humedad	-0.029	0.01	-0.160	-2.394	<b>0.02</b>	-0.054	-0.005

$r^2 = 0.110$   $r^2$  corregido = 0.102 Durbin Watson = 1.874 Error típ estimación = 1.412  
ANOVA: F = 12.709 p = 0.00

Las variables predictoras significativas de la ocurrencia de episodios de neumonía y muerte por esta en niños son Ta y Hr (F=74.30;  $p < 0.001$  y F=12.709;  $p < 0.001$  respectivamente), en ambos modelos los coeficientes estandarizados ( $\beta$ ) tienen una relación lineal significativa y negativa ( $p < 0.05$ ). El estadístico de Durbin Watson para episodios de neumonía (0.612) en cambio para defunciones por neumonía (1.874) se encuentra dentro del rango ideal (1.5-2.2), lo que indicaría la independencia de residuos de los valores de las variables incluidos en este modelo. En ambos modelos la Ta ejerce mayor influencia en la ocurrencia de episodios y defunciones por neumonía (coeficiente tipificado=-0.579 y -0.263 respectivamente). Las ecuaciones de regresión final para ambas variables es:

$$\text{Neumonía} = 118.953 + (-6.579) (Ta) + (-0.451) (Hr) + \varepsilon$$

$$\text{Defunciones} = 5.641 + (-0.251) (Ta) + (-0.029) (Hr) + \varepsilon$$

Para este piso altitudinal, el 42.0% de los episodios de neumonía, y el 11.0% de las defunciones por neumonía se atribuyen a los cambios en la temperatura ambiental y la humedad relativa.

**Tabla 14.** Análisis de variables explicativas para episodios de SOB Asma, región natural Suni. Puno, 2009-2012

Variables	Coefficientes no estandarizados B	Error típ.	Coefficientes tipificados Beta	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95.0 % para B	
(Constante)	47.647	4.611		10.334	<b>0.00</b>	38.556	56.738
Temperatura	-2.252	0.32	-0.432	-7.107	<b>0.00</b>	-2.877	-1.627
Humedad	-0.216	0.06	-0.214	-3.523	<b>0.00</b>	-0.337	-0.095

$r^2 = 0.266$   $r^2$  corregido = 0.259 Durbin Watson = 1.297 Error típ estimación = 7.024  
ANOVA: F = 37.152 p = 0.00

Las variables Ta y Hr en este piso altitudinal están relacionados significativamente con los episodios de SOB asma en menores de 2 años ( $F_{a}=37.152$ ;  $p<0.001$ ), al igual que en todas las demás variables dependientes estudiadas la relación es negativa, y la temperatura ejerce mayor influencia en la ocurrencia de episodios de SOB Asma (coeficiente tipificado=-0.432). La ecuación de regresión final es:

$$\text{SOB Asma} = 47.647 + (-2.252) (Ta) + (-0.216) (Hr) + \epsilon$$

El 26.6% de la ocurrencia de episodios de SOB Asma serían atribuidos a los cambios en los valores de estas dos variables.

#### 4.4.3 Piso altitudinal < 3500 msnm.

En esta región natural, el resultado del análisis multivariado de los datos de las variables de morbilidad y meteorológicas, agrupados desde el año 2009 al 2012, muestran que los cambios de Ta, Hr y precipitación pluvial se comportan como variables explicativas en la ocurrencia de episodios de IRA. En cambio los episodios de neumonía sólo son explicados por los cambios en la precipitación. No existe relación estadísticamente significativa entre las variables meteorológicas con las defunciones por neumonía, ni con los episodios de SOB Asma. Los resultados se detallan a continuación:

**Tabla 15.** Análisis de las variables explicativas para episodios de IRAs, piso altitudinal < 3500 msnm. Puno, 2009-2012

Variables	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95.0% para B	
	B	Error típ.	Beta				
(Constante)	1251.663	234.993		5.326	<b>0.00</b>	788.336	1714.989
Precipitación	-1.361	.603	-0.169	-2.257	<b>0.03</b>	-2.550	-.172
Temperatura	-20.069	3.953	-0.387	-5.077	<b>0.00</b>	-27.862	-12.275
Humedad	-7.650	2.105	-0.271	-3.634	<b>0.00</b>	-11.801	-3.500

$r^2 = 0.255$   $r^2$  corregida = 0.244 Durbin Watson = 1.134 Error típ estimación = 51.108

ANOVA: F = 23.234 p = 0.00

El modelo presentado en la tabla 15, para la variable episodios de IRAs, es significativo en su conjunto ( $F=23.23$ ;  $p<0.01$ ), todos los coeficientes estandarizados de las variables explicativas incluidos en el modelo son estadísticamente significativos ( $p<0.05$ ) y tienen una relación negativa con la variable dependiente. El estadístico de Durbin Watson (1.134) está cerca del valor ideal (1.5-2.5). Los cambios de temperatura explicarían en gran medida la ocurrencia de episodios de IRAs (coeficiente estandarizado  $\beta=-0.387$ ), en segundo lugar la humedad relativa (coeficiente estandarizado  $\beta=-0.271$ ) y finalmente la precipitación pluvial (coeficiente estandarizado  $\beta=-0.169$ ). En este modelo fueron incluidos las tres variables explicativas, ya que la correlación entre estas si bien es significativa pero de intensidad débil y aceptable ( $r=-0.349$  entre Ta y Hr;  $r=-0.367$  entre Ta y precipitación; y  $r=-0.308$  entre Hr y precipitación), además el valor de r cuadrado aumenta notablemente al incluir todas las variables en el modelo ( $r$  cuadrado=0.255), que un modelo sólo con Ta ( $r$  cuadrado=0.156), o Ta y Hr ( $r$  cuadrado=0.206). La ecuación de regresión final para esta variable es:

$$\text{IRA} = 1251.663 + (-20.069) (\text{Ta}) + (-7.650)(\text{Hr}) + (-1.361) (\text{Precipitación}) + \varepsilon$$

El 25.5% de los episodios de IRAs que ocurren en esta área geográfica, se explicarían por los cambios en Ta, Hr y precipitación.

**Tabla 16.** Análisis de las variables explicativas para episodios de neumonía, piso altitudinal < 3500 msnm. Puno, 2009-2012

Variables	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95.0 % para B	
	B	Error típ.	Beta				
(Constante)	1.576	0.194		8.105	<b>0.00</b>	1.192	1.959
Precipitación	-0.040	0.016	-0.173	-2.522	<b>0.01</b>	-0.072	-0.009

$r^2 = 0.030$   $r^2$  corregida = 0.025 Durbin Watson = 1.448 Error típ estimación = 1.677

ANOVA:  $F = 6.360$   $p = 0.012$

La tabla muestra el modelo explicativo para la ocurrencia de episodios de neumonía ( $F=6.36$ ;  $p<0.05$ ), la relación es estadísticamente significativo y negativa ( $\beta=-0.040$ ;  $p<0.05$ ) con precipitación pluvial. El estadístico de Durbin Watson (1.448) se encuentra cerca de los valores ideales (1.5-2.5). Las demás variables explicativas no son significativas al incluirlas en el modelo, siendo la ecuación final del modelo:

$$\text{Neumonía} = 1.576 + (-0.040) (\text{Precipitación}) + \varepsilon$$

Tan sólo el 3% de los episodios de neumonía, serían atribuidos a los cambios en la precipitación pluvial en las áreas o pisos altitudinales que se encuentran por debajo de los 3 500 msnm.

Las condiciones climatológicas como la temperatura, humedad; ambientales como la contaminación atmosférica y geográficas como la altitud; condicionan los estilos y hábitos de vida de la población y por ende contribuyen en la caracterización epidemiológica de estas; la relación de estos factores con la salud es conocida desde épocas muy antiguas, ya en la época de la antigua Grecia Hipócrates en su tratado referente a los aires, aguas y lugares hacía mención de la influencia del clima y la aparición de enfermedades. Actualmente diversos estudios han estudiado la relación del clima y la contaminación atmosférica con la ocurrencia de episodios de IRAs y neumonía, así como con la mortalidad general, la mortalidad específica por neumonía se relaciona con la estación invernal y las defunciones por enfermedades cardiovasculares con las olas de calor que se producen durante la estación estial.

Los resultados de este estudio evidencian una relación inversa entre el número de episodios de IRAs, neumonía, SOB Asma y defunciones por neumonía, con las variables meteorológicas estudiadas, además los eventos de morbilidad se incrementan durante la SE 15 a 35, que corresponde a la estación de otoño e invierno en Puno, durante esta época del año los valores de las variables meteorológicas disminuyen notablemente, determinando un periodo de friaje y sequía. La relación entre morbilidad y clima, se corrobora por diversos estudios realizados, como el estudio realizado por Aguinaga et al<sup>6</sup>. 2003, en la ciudad del Callao y el estudio realizado por Pozo y Palacín<sup>7</sup>. 2010 en Quebrada del Paraíso del distrito de Villa María del Triunfo - Lima, además de otros estudios a nivel mundial como el de Reyna<sup>13</sup> 2006 en México y Shao Et al<sup>8</sup>. 2012 en EEUU.

En nuestro trabajo se demuestra que para el periodo de estudio; en el piso altitudinal Suni existe correlación negativa significativa y moderada entre la temperatura ambiental, humedad relativa y precipitación pluvial, con las variables de

morbilidad (IRAs y neumonía), además existe relación significativa débil entre temperatura ambiental, humedad relativa y precipitación pluvial con el número de defunciones por neumonía en niños menores de cinco años, y una correlación significativa moderada con los episodios de SOB Asma, con precipitación pluvial en menores de dos años. La correlación del número de episodios de SOB Asma ha sido demostrada por trabajos hechos en EEUU<sup>8</sup>. De igual manera, en la región Puna existe correlación de intensidad moderada entre IRAs con precipitación pluvial e intensidad débil con Ta y Hr; los episodios de neumonía se correlacionan significativa y débilmente con Ta, Hr y precipitación. En cambio en las áreas ubicadas por debajo de los 3 500 msnm, la correlación es significativa y de intensidad débil entre número de episodios de IRAs y las tres variables explicativas incluidas en el estudio, y una correlación significativa débil entre episodios de neumonía con Ta y precipitación pluvial. En todos los casos esta relación es del tipo inversa. Diversos estudios corroboran los resultados de nuestro estudio como el realizado por Aguinaga et al<sup>6</sup>. 2003 donde se evidencia la correlación inversa e intensidad moderada existente entre IRAs con Ta y Hr, además la correlación inversa y débil entre neumonía y Ta aunque no hubo correlación entre neumonía y Hr. De igual manera Abrantes et al demostraron una correlación débil pero significativa entre temperatura mínima con episodios de IRAs

También demostramos con el análisis multivariado que la Ta y la humedad relativa se comportan como variables predictoras en la ocurrencia de los episodios de IRAs en los pisos altitudinales Puna y Suni, en cambio en las áreas ubicadas por debajo de los 3 500 msnm sólo la precipitación pluvial es una variable explicativa para la ocurrencia de episodios de IRAs. Las variables predictoras para episodios de neumonía en los pisos altitudinales Suni y Puna son Ta y Hr, excepto en el área < 3 500 msnm donde resultó significativa sólo la variable explicativa precipitación pluvial. Sólo en el piso altitudinal Suni las defunciones por neumonía y los episodios de SOB Asma son explicadas por los cambios en Ta y Hr. La relación de las variables climatológicas y de morbilidad-mortalidad, es inversa, es decir que la disminución en una unidad el valor de una variable explicativa y manteniéndose constante los valores de las otras variables incluidas en el modelo, los valores de las variables de morbilidad y mortalidad se incrementan, según sea el caso. La variable que ejerce mayor influencia en las variables dependientes según sea el caso es la temperatura ambiental. Autores como, Azongo Et al<sup>9</sup>. 2010, Ye et al<sup>10</sup>. 2009 y

Egondi Et al<sup>11</sup>. 2012 en estudios realizados en África mediante series de tiempo demostraron la asociación entre el clima y el incremento de las infecciones respiratorias agudas, así como la asociación entre la temporada de frío con las defunciones por neumonía en niños menores de 5 años y en adultos mayores de 50 años. También Aguinaga et al<sup>6</sup>. 2003 demostraron que la Ta y la Hr se comportan como variables explicativas de la ocurrencia de los episodios de IRAs en la ciudad del Callao – Perú; de igual manera Ballester<sup>15</sup> 1995 en un estudio realizado en Valencia – España demostró que la contaminación atmosférica, y la Ta extrema se asocia con el incremento de las defunciones, estando la temperatura ambiental mínima relacionada con la mortalidad en niños, debido a infecciones respiratorias.

Las aumento de las infecciones respiratorias agudas y la mortalidad por estas en la época invernal, asociado a temperaturas bajas, es un hecho bien conocido que como hemos comentado ha sido estudiado en diferentes partes del mundo<sup>7-9,14,16</sup>; sin embargo, si bien este patrón estacional se presenta en todos los casos, la forma y magnitud de esta relación depende de diversos factores como: las características de la población (nivel económico, nivel educativo, condiciones de la vivienda y características individuales), las condiciones climatológicas, las características ambientales (contaminación atmosférica) y geográficas (altitud) y la oferta de los servicios de salud. Respecto a la contaminación atmosférica varios estudios demuestran la relación que tiene esta variable con las IRAs y las defunciones por estas injurias<sup>14,15,18-20</sup>, asociándose principalmente los valores anormales de ozono (O<sub>3</sub>), radicales óxido de nitrógeno (ON<sub>x</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y las partículas en suspensión (PM<sub>10</sub>), las cuales son indicadores de la calidad del aire, lamentablemente estas variables no fueron analizadas en este estudio, por lo que este trabajo puede tener varias limitaciones o sesgos por ser un estudio ecológico y de fuentes secundarias.



## CONCLUSIONES

---

1. La distribución temporal del promedio semanal de temperatura ambiental y precipitación pluvial, tienen un comportamiento estacional, con un descenso de los valores de Ta y ausencia de precipitaciones, durante las SE 15 a la 35, que corresponden a la temporada de otoño e invierno en los tres pisos altitudinales estudiados. El patrón de distribución estacional del promedio semanal de humedad relativa, es similar a la variación de Ta y precipitación pluvial en los pisos altitudinales Suni y Puna, excepto en el piso debajo de los 3 500 msnm donde los valores de Hr se mantienen casi constantes durante todas las estaciones del año.
2. Hay una tendencia decreciente del número de episodios y la TIA de IRAs, neumonía y defunciones por neumonía, en niños menores de 5 años residentes en el departamento de Puno, durante el periodo de estudiado. Además la distribución temporal de estas enfermedades tienen un comportamiento estacional, incrementándose los episodios de estos eventos durante el periodo de friaje y sequía (SE: 15 a 35).
3. Las TIA por SE de IRAs y neumonía en niños, son muy similares en los tres pisos altitudinales estudiados, contrario a la distribución del número de episodios de las variables de morbilidad, donde se reporta un mayor número de eventos en las áreas con mayor número de residentes.
4. La tasa de letalidad por neumonía en niños menores de 5 años no presenta un patrón estacional como las demás variables de morbilidad, el riesgo de morir por esta enfermedad es similar durante cualquier época del año, en cualquier piso altitudinal de residencia.
5. En la región Suni existe correlación negativa entre temperatura, humedad y precipitación con las variables dependientes estudiadas, siendo de intensidad moderada con episodios de IRAs, neumonía y SOB Asma, e intensidad débil con las muertes por neumonía. En la región Puna la correlación es negativa e intensidad moderada entre episodios de IRAs y precipitación e intensidad débil con temperatura y humedad, las neumonías se correlacionan débilmente con las tres variables meteorológicas estudiadas. En las áreas ubicadas por debajo de los

3 500 msnm la correlación es negativa y débil entre episodios de IRAs con temperatura, humedad y precipitación; mientras que los episodios de neumonía sólo están correlacionados débilmente con la temperatura y precipitación pluvial.

6. En el piso altitudinal Suni las variables temperatura ambiental y humedad relativa se comportan como predictores de la ocurrencia de episodios de IRAs, neumonía, defunciones por neumonía y episodios de SOB Asma; de tal modo que el cambio en los valores de estas dos variables explicarían el 53.3% la ocurrencia de episodios de IRAs, 42% de episodios de neumonía, 11% de muertes por neumonía y 26.6% de los episodios de SOB Asma.
7. En el piso altitudinal Puna, el 24.8% de los episodios de IRAs y el 21.8% de neumonías se explicarían por los cambios en los valores de temperatura y humedad relativa; en cambio en las áreas ubicadas por debajo de los 3 500 msnm el 25.5% de episodios de IRAs, se explicarían por los cambios en los valores de temperatura ambiental, humedad relativa y precipitación pluvial, mientras el 3% de los episodios de neumonía se explican sólo por los cambios en la precipitación pluvial.

## RECOMENDACIONES

---

1. Implementar medidas preventivas destinados a evitar o disminuir los episodios de IRAs y muerte por neumonía, causados por las variaciones en las variables meteorológicas estudiadas, mediante la emisión de alertas meteorológicas, la provisión de implementos que ayuden a modificar la exposición a los periodos de friaje y sequía sobre todo a las poblaciones vulnerables.
2. Implementar estrategias y programas de educación continua a la población general, acerca de las medidas eficaces que contribuyen a prevenir las infecciones respiratorias agudas y las defunciones por neumonía.
3. Capacitar al personal que labora en los establecimientos públicos y privados de salud, sobre las medidas apropiadas para la atención y cura oportuna de las IRAs, evitando los casos fatales debido a estas.
4. Analizar la relación de las variables meteorológicas con los episodios de morbilidad y mortalidad en población general, sobre todo en la población adulta mayor.
5. Análizar la influencia que ejerce los indicadores o variables de calidad ambiental del aire, sobre la morbilidad y mortalidad en poblaciones vulnerables en el departamento de Puno.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

1. Tiewsoh K, Lodha R, Pandey RM, Broor S, Kalaivani M, Kabra SK. Factors determining the outcome of children hospitalized with severe pneumonia. *BMC pediatrics*. 2009; 9 (1):15.
2. Theodoratou E, Zhang JSF, Kolcic I, Davis AM, Bhopal S, Nair H, et al. Estimating pneumonia deaths of post-neonatal children in countries of low or no death certification in 2008. *PloS one*. 2011; 6 (9):e25095.
3. Nair H, Brooks WA, Katz M, Roca A, Berkley JA, Madhi SA, et al. Global burden of respiratory infections due to seasonal influenza in young children: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet* [Internet]. 2011 [cited 2012 Dec 14]; Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673611610519>
4. MINSA. Boletín Epidemiológico. Situación epidemiológica de las neumonías en Puno. Dirección General de Epidemiología - Ministerio de salud; Lima-Perú. 2012.
5. Carrasco J. Determinantes socioculturales asociados a la neumonía en Puno, Perú: estudio cualitativo. *Rev. Perú. Epidemiol*. 2009; 13(3):1–8.
6. Aguinaga M, Lazo G. Relación entre variables climáticas y casos de Infección Respiratoria Aguda en la Provincia de Callao 2001. *Rev. Perú Epidemiol*. 2003; 11(1):1–18.
7. Pozo VE, Palacín JE. Factores de riesgo para las infecciones respiratorias pediátricas; asentamiento humano quebrada alta del paraíso, distrito de Villa María del Triunfo, 2010 factors of risks for the pediatric breathing infections; establishment human high gulch of the paradise, district of VILLA MARÍA OF THE VICTORY. Volúmen 1 Julio Diciembre 2010 N. 38.
8. Shao L, Insaf T, Luo M, Hwang S. The effects of ambient temperature variation on respiratory hospitalizations in summer, New York State. *Revista Internacional de Salud Ocupacional y Ambiental*. 2012; 18(3):188–97.
9. Azongo DK, Awine T, Wak G, Binka FN, Oduro AR. A time series analysis of weather variability and all-cause mortality in the Kasena-Nankana Districts of Northern Ghana 1995–2010. *Global health action* [Internet]. 2012 [cited 2013 Apr 21];5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3508691/>
10. Ye Y, Zulu E, Mutisya M, Orindi B, Emina J and Kyobutungi C. Seasonal pattern of pneumonia mortality among under-five children in Nairobi's informal settlements. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 2009; 81(5):770.

11. Egondi T, Kyobutungi C, Kovats S, Muindi K, Ettarh R, Rocklöv J. Time-series analysis of weather and mortality patterns in Nairobi's informal settlements. *Global health action* [Internet]. 2012 [cited 2013 Apr 21];5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3509073/>
12. Kysely J, Pokorna L, Kyncl J, Kriz B. Excess cardiovascular mortality associated with cold spells in the Czech Republic. *BMC Public Health*. 2009; 9(1):19.
13. Reyna MA. Estudio basado en la regresión de Poisson, para conocer el grado de asociación que presentan las principales enfermedades respiratorias con los contaminantes del aire que rebasan los estándares en Mexicali e Imperial. Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, México [Internet]. 2006 [cited 2013 Apr 21]; Available from: [http://scerpfiler.org/cont\\_mgt/doc\\_files/Reyna%202.pdf](http://scerpfiler.org/cont_mgt/doc_files/Reyna%202.pdf)
14. Abrantes L, Berenstein M, Ferreira F. Analysis of the influence of climatic changes and atmospheric pollutant on respiratory diseases in children in an emergency setting. *Alergia, Asma e Inmunología Pediátricas*. 1999; 8:78–84.
15. Ballester F. Relación entre la temperatura, la contaminación ambiental y la mortalidad: Un estudio en la ciudad de Valencia (1991-1993). Primera. Instituto Valencia de Estudios en salud Pública; 1995.
16. Dowell SF, Whitney CG, Wright C, Rose Jr. CE, Schuchat A. Seasonal patterns of invasive pneumococcal disease. *Emerging infectious diseases*. 2003; 9(5):574.
17. Herrera-Lara S, Fernández-Fabrellas E, Cervera-Juan Á, Blanquer-Olivas R? Influyen la estación y el clima en la etiología de la neumonía adquirida en la comunidad? *Archivos de Bronconeumología* [Internet]. 2013 [cited 2013 Apr 21]; Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300289612003109>
18. Vejar L, Casteran J, Navarrete P, Sánchez S. Risk factors for home deaths due the pneumonia among low socioeconomic level chilean children. *Rev. Med. Chile*. 200AD; 128(6).
19. Fonseca W, Kirwood B, Victoria C. Factores de riesgo para la neumonía en niños menores de dos años en Fortaleza, Brasil: estudio de casos y controles. *Organización Panamericana de la Salud*. 1999; 85–90.
20. Savitha MR, Nandeeshwara SB, Pradeep Kumar MJ, Raju CK. Modifiable risk factors for acute lower respiratory tract infections. *Indian Journal of pediatrics*. 2007; 74(5):477–82.
21. Oficina de Epidemiología. Análisis situacional de Salud de la región Puno. Dirección Regional de Salud Puno; 2010.
22. MINSA. Análisis Situacional de Salud del Perú 2010. Dirección General de Epidemiología. Ministerio de Salud; 2011.

23. Victoria C. Factores de riesgo en las IRA bajas. Infecciones respiratorias en niños. Primera. Organización Panamericana de la Salud; 1999. p. 487.
24. Piantadosi S, Byar DP, Green SB. The ecological fallacy. *American Journal of Epidemiology*. 1988; 127(5):893–904.
25. Peng RD, Dominici F, Louis TA. Model choice in time series studies of air pollution and mortality. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*. 2006; 169(2):179–203.
26. Coutin Marie G. Métodos para la detección de la variación estacional en Cuba aplicados a la vigilancia en salud. *Revista Cubana de Salud Pública*. 2007; 33(1):0–0.
27. MINSA. Implementación de actividades para disminuir la morbi-mortalidad por infecciones respiratorias agudas y prevención de la neumonía en niños y niñas menores de 5 años, invierno del 2007. Directiva Sanitaria N° 015 MINSA/DGSP v. 01; 2007.
28. Yé Y, Louis VR, Simboro S, Sauerborn R. Effect of meteorological factors on clinical malaria risk among children: an assessment using village-based meteorological stations and community-based parasitological survey. *BMC Public Health*. 2007; 7(1):101.

## ANEXOS

---

### 1. Definición de términos

**Asma.** Enfermedad inflamatoria de las vías aéreas, que conduce a episodios recurrentes de tos y/o sibilancias y/o dificultad respiratoria.

**Clima.** Síntesis de las condiciones meteorológicas correspondientes a un área dada, caracterizada por las estadísticas basadas en un periodo largo de las variables referentes al estado de la atmósfera en dicha área.

**Dirección General de Epidemiología (DGE).** Órgano de línea del Ministerio de Salud, responsable de la conducción del Sistema de Vigilancia Epidemiológica en salud pública, y como tal establece las enfermedades y eventos sujetos a vigilancia, en el ámbito nacional.

**Humedad relativa.** Cantidad de agua expresada en porcentaje, que hay en la atmosfera a una determinada temperatura y en un área geográfica

**Humedad relativa media semanal.** Promedio aritmético de los valores de humedad relativa diaria, correspondiente a una semana.

**Infección Respiratoria Aguda (IRA).** Toda infección que compromete una o más partes de aparato respiratorio, que tiene una duración menor de 14 días, y que se caracteriza por presentar cuadros leves como el resfrío común, o cuadros graves como las bronquitis, asma, SOB y la neumonía.

**Neumonía.** Infección del parénquima pulmonar, de etiología viral o bacteriana.

**Neumonía Adquirida en la Comunidad (NAC).** Es aquella en que las manifestaciones clínicas se inician en la comunidad o ambiente extrahospitalario, también se consideran a las neumonías cuyo inicio de manifestaciones clínicas ocurren antes de las 72 horas de la hospitalización del paciente.

**Neumonía Intrahospitalarias:** Es aquella en que las manifestaciones clínicas se inician en el ambiente intrahospitalario y después de transcurridas 72 horas de haberse dado la hospitalización.

**Precipitación Pluvial diaria.** Caída directa de gotas de agua o cristales de hielo que se funden entre sí, durante un día.

**Precipitación pluvial media semanal.** Promedio aritmético de la precipitación pluvial diaria, correspondiente a una semana.

**Semana Epidemiológica (SE).** Agrupación de los 7 días de la semana de un periodo anual (Domingo a sábado) en números ordinales, cada semana calendario corresponde a un número ordinal, cada año estaría agrupado en 52 semanas epidemiológicas.

**Sistema de Vigilancia Epidemiológica.** Proceso sistemático y continuo de recojo de información de eventos en salud, sujetos a vigilancia epidemiológica por el Ministerio de Salud del país, con la finalidad de cuantificar, caracterizar en tiempo, espacio y persona, y establecer la tendencia de eventos con implicancia en salud pública.

**Síndrome Obstructivo Bronquial (SOB).** Síndrome caracterizado por tos, sibilancias y respiración prolongada de variable intensidad. De mayor frecuencia en el lactante, es de presentación única o recurrente, y puede corresponder a diferentes enfermedades, que originan disminución del diámetro interno del árbol bronquial.

**Temperatura ambiental media diaria.** Temperatura promedio de los valores registrados en el termómetro seco a las 07:00, 09:00, 13:00 y 18:00 horas.

**Temperatura Mínima (T mín.).** Valor de temperatura mínima registrada durante un periodo de 24 horas.

**Temperatura Máxima (T máx.).** Valor de temperatura máxima registrada durante un periodo de 24 horas.

**Temperatura ambiental media semanal.** Promedio aritmético semanal de la temperatura ambiental media diaria.

**Variables meteorológicas.** Parámetros cuantificables que determinan el clima de un área geográfica, entre las más importantes tenemos: la temperatura ambiental, precipitación pluvial, humedad relativa, punto de rocío, velocidad y dirección del viento, etc.

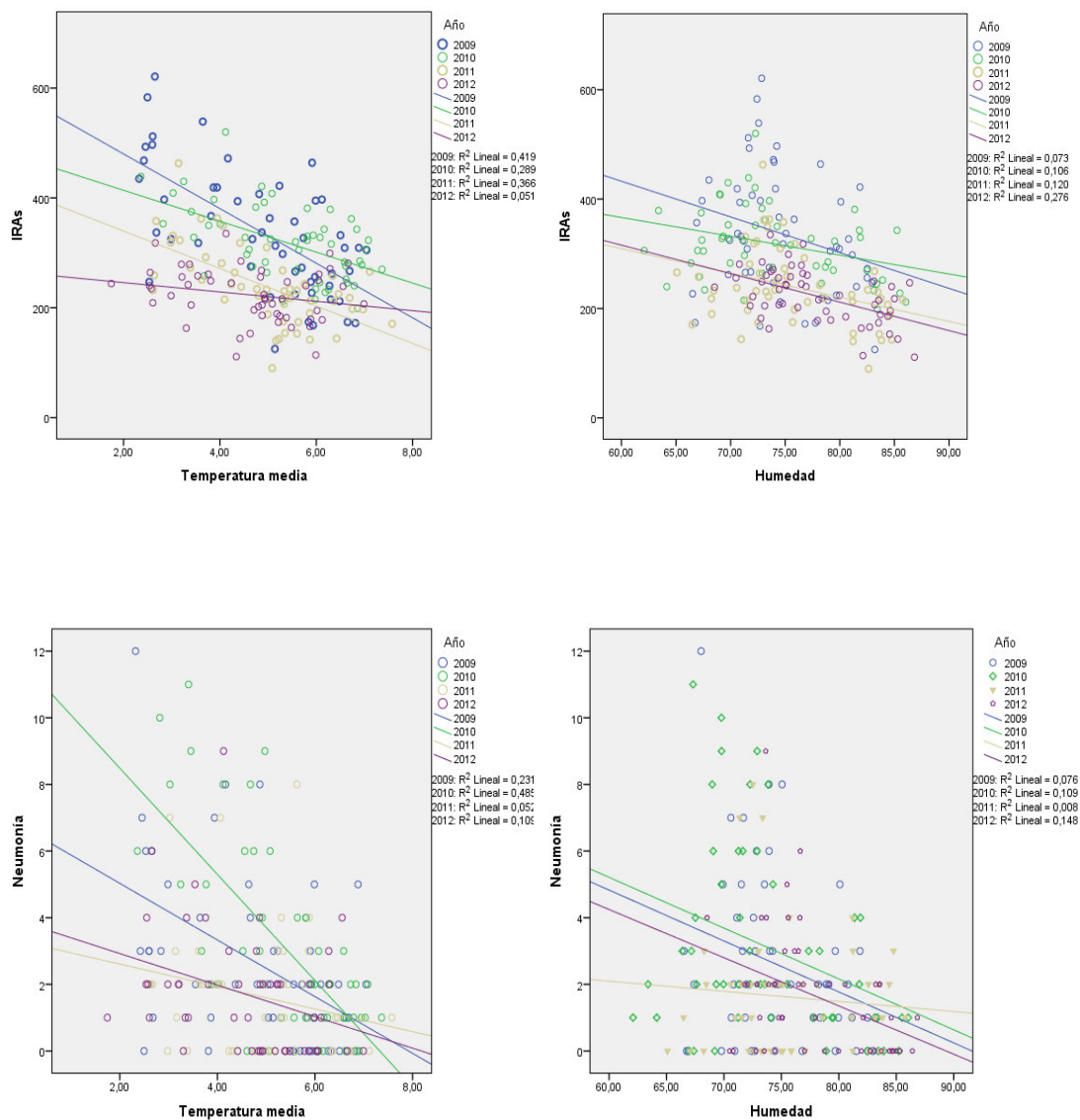


## 2. Estaciones meteorológicas y altitud, utilizadas en el estudio. Región Puno, 2009-2012.

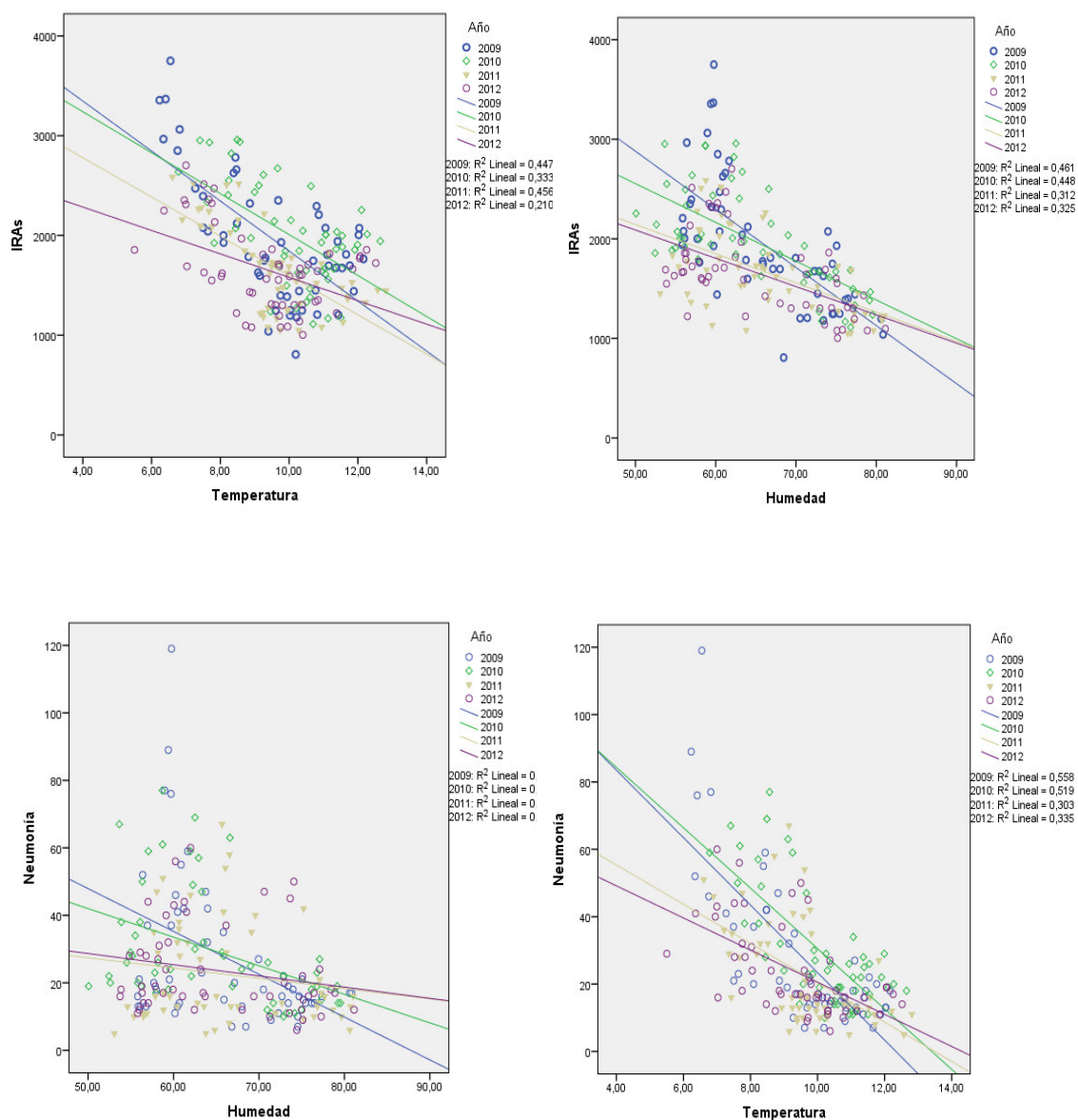
Región natural	Provincia	Distrito	Estación	msnm*
Puna	Carabaya	Macusani	Macusani	4 450
	El Collao	Capazo	Capazo	4 364
	Huancané	Cojata	Cojata	4 355
	Sn. Ant. de Putina	Ananea	Ananea	4 610
	Carabaya	Crucero	Crucero	4 128
Suni	Puno	Puno	Puno	3 827
		Capachica	Capachica	3 880
		Mañazo	Mañazo	3 926
	Azángaro	Azángaro	Azángaro	3 585
		Arapa	Arapa	3 829
		Muñani	Muñani	3 916
	Chucuito	Juli	Juli	3 869
		Desaguadero	Desaguadero	3 809
	El Collao	Ilave	Ilave	3 850
	Moho	Moho	Moho	3 841
	Huancané	Taraco	Taraco	3 819
	Lampa	Lampa	Lampa	3 873
		Cabanilla	Cabanilla	3 882
		Pucara	Pucara	3 887
	Melgar	Ayaviri	Ayaviri	3 918
		Llally	Llally	3 910
< 3500 msnm	Carabaya	San Gaban	San Gaban	820
			Tambopata	800
		Ollachea	Ollachea	2 980

\* Metros sobre el nivel del mar

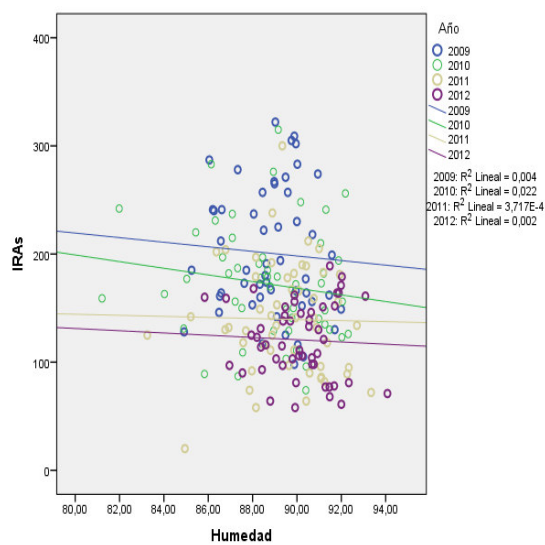
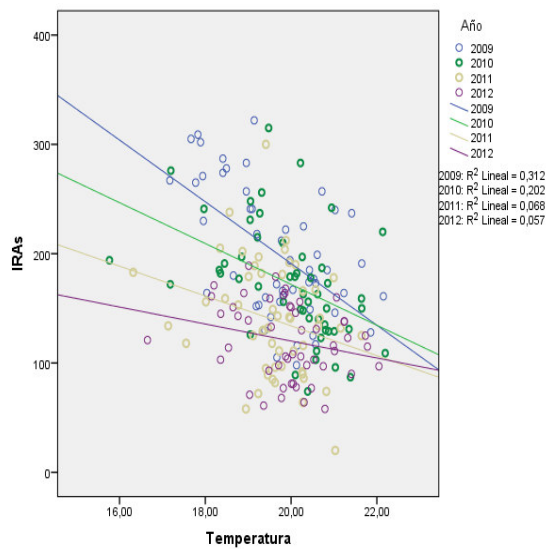
### 3. Diagrama de dispersión entre las variables de morbilidad (episodios de IRAs y neumonía) y climatológicas, piso altitudinal Puna. Puno 2009-2012.



#### 4. Diagrama de dispersión entre las variables de morbilidad (episodios de IRAs y neumonía) y climatológicas, piso altitudinal Suni. Puno 2009-2012.



**5. Diagrama de dispersión entre las variables de morbilidad (episodios de IRA) y climatológicas, piso altitudinal menor de 3 500 msnm. Puno 2009-2012.**



**6. Matriz de correlaciones entre las variables climatológicas, según piso altitudinal. Puno 2009-2012.**

Puna	Parámetros evaluados	Humedad	Precipitación	Temperatura
Humedad	r	1.00	0.80	0.17
	Sig. (bilateral)	....	0.00	0.01
Precipitación	r	0.80	1.00	0.44
	Sig. (bilateral)	0.00	....	0.00
Temperatura	r	0.17	0.44	1.00
	Sig. (bilateral)	0.01	0.00	....
Suni	Parámetros evaluados	Humedad	Precipitación	Temperatura
Humedad	r	1.00	0.82	0.18
	Sig. (bilateral)	....	0.00	0.01
Precipitación	r	0.82	1.00	0.25
	Sig. (bilateral)	0.00	....	0.00
Temperatura	r	0.18	0.25	1.00
	Sig. (bilateral)	0.01	0.00	....
< 3 500 snm	Parámetros evaluados	Humedad	Precipitación	Temperatura
Humedad	r	1.00	0.31	-0.35
	Sig. (bilateral)	....	0.00	0.00
Precipitación	r	0.31	1.00	0.37
	Sig. (bilateral)	0.00	....	0.00
Temperatura	r	-0.35	0.37	1.00
	Sig. (bilateral)	0.00	0.00	....

Snm: Metros sobre el nivel del mar

**7. Pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) de las variables meteorológicas y de morbilidad-mortalidad, según piso altitudinal. Puno 2009-2012.**

Puna				
Variables		Kolmogorov-Smirnov	Sig. (bilateral)	Distribución
Morbilidad y mortalidad	IRAs	1.38	0.05	Normal
	Neumonía	3.40	0.00	No
	Defunciones	7.41	0.00	No
	SOB Asma	7.68	0.00	No
Meteorológicas	Temperatura	1.03	0.24	Normal
	Humedad	1.27	0.08	Normal
	Precipitación	2.80	0.00	No
Suni				
Variables		Kolmogorov-Smirnov	Sig. (bilateral)	Distribución
Morbilidad y mortalidad	IRAs	1.30	0.07	Normal
	Neumonía	2.50	0.00	No
	Defunciones	2.99	0.00	No
	SOB Asma	2.49	0.00	No
Meteorológicas	Temperatura	0.77	0.60	Normal
	Humedad	1.63	0.01	No
	Precipitación	3.10	0.00	No
< 3500 msnm				
Variables		Kolmogorov-Smirnov	Sig. (bilateral)	Distribución
Morbilidad y mortalidad	IRAs	1.01	0.26	Normal
	Neumonía	4.02	0.00	No
	Defunciones	7.78	0.00	No
	SOB Asma	6.77	0.00	No
Meteorológicas	Temperatura	0.91	0.38	Normal
	Humedad	0.94	0.29	Normal
	Precipitación	1.48	0.03	No